



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS

CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE LA PLANTA DE POTABILIZACIÓN DE LA PARROQUIA SAN JOSÉ DE MORONA-TIWINTZA Y SU RELACIÓN CON LA PREVALENCIA DE PARASITOSIS INTESTINALES

Tesis previa a la obtención del título de
Bioquímico Farmacéutico

Autores:

Elvia Marlene Chin Uzhca
Mónica Catalina Fárez Chalco

Directora:

Dra. Mariana Elizabeth Saá Cruz

Cuenca-Ecuador

2014



RESUMEN

El presente estudio fué realizado en la parroquia San José de Morona y sus comunidades Shakaime, Puerto Morona y La Unión, pertenecientes al cantón Tiwintza, provincia de Morona Santiago y tuvo como finalidad evaluar la calidad microbiológica del agua proveniente de la planta de potabilización que abastece a esta parroquia y relacionarla con la prevalencia de parasitosis intestinales en los niños del sector.

Para el análisis microbiológico del agua se tomaron 94 muestras, 14 en puntos importantes de la planta de potabilización y 80 en los inmuebles, tomados de manera aleatoria mediante dos muestreos semanales en la parte céntrica de la parroquia San José de Morona y sus comunidades.

Para la determinación de la prevalencia de las parasitosis intestinales, se analizaron 105 muestras de heces de los niños de la Unidad Educativa Real Audiencia de Quito de San José de Morona, a quienes se les proporcionó las indicaciones necesarias para la toma de muestra.

Como indicadores de calidad para el análisis microbiológico del agua se empleó el recuento de coliformes totales y fecales por la técnica de fermentación de tubos múltiples para el cálculo del Número Más Probable.

En lo que se refiere a los análisis coproparasitarios se utilizó el método directo de observación en fresco de los agentes etiológicos.

Los resultados obtenidos demostraron que el 100% de las muestras de agua analizadas, presentaron una elevada concentración de coliformes totales y fecales. Por otro lado se encontró que el 72,3% de los niños de la institución educativa estaban parasitados.

Palabras clave: Calidad del agua, evaluación del agua en Tiwintza, técnica NMP, coliformes, parásitos en Tiwintza.



ABSTRACT

This study was made in the parish of San José de Morona and communities Shakaime, Puerto Morona and La Unión belonging to the canton Tiwintza province of Morona Santiago and aimed to assess the microbiological quality of water from the water treatment plant that supplies this parish and relate it to the prevalence of intestinal parasites in children of the sector.

For microbiological analysis of water samples 94, 14 important points of the water treatment plant and 80 in property, taken by two weekly random sampling in the central part of the parish of San José de Morona and their communities.

To determine the prevalence of intestinal parasites, 105 stool samples from children of the Education Unit Real Audiencia de Quito of San Jose de Morona, who are provided the necessary data for the sample analyzed.

As quality indicators for microbiological analysis of water counts for total and fecal fermentation technique for calculating multiple tube Most Probable Number coliform was used.

In regards to the analysis parasite the direct observation method of etiological agents fresh was used.

The results showed that 100% of the water samples analyzed, showed increased levels of total and fecal coliforms. Furthermore it was found that 72.3% of children in the school were parasitized.

Keywords: Water quality, water assessment Tiwintza, technical NMP, coliforms, parasites in Tiwintza.



ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	17
CAPÍTULO 1	19
1. MARCO TEÓRICO	19
1.1 Calidad del agua	19
1.1.1 Parámetros de calidad del agua	19
1.2 Tratamiento del agua en la Planta de Potabilización que abastece a la parroquia San José de Morona y sus comunidades.	25
1.2.1 Captación	25
1.2.2 Conducción.....	26
1.2.3 Distribución de caudales en la planta	26
1.2.4 Filtración.....	27
1.2.5 Desinfección.....	28
1.2.6 Almacenamiento.....	28
1.2.7 Red de distribución.....	29
1.3 Parasitosis intestinales transmitidas por el agua.....	29
1.3.1 Clasificación de los parásitos	30
1.3.2 Epidemiología.....	30
1.3.3 Mecanismos de transmisión	31
1.3.4 Principales parásitos encontrados en los niños de la Unidad Educativa “Real Audiencia de Quito” de San José de Morona.....	31
CAPÍTULO 2	39
2. MATERIALES Y MÉTODOS	39
2.1 tipo de estudio	39
2.2 población de estudio y muestra	39
2.2.1 análisis microbiológico del agua:	39
2.2.2 análisis coproparasitarios:	39
2.3 muestreo.....	39
2.3.1 muestreo para análisis microbiológico del agua.....	39
2.3.2 muestreo para los análisis coproparasitarios	42
2.4 toma de muestra.....	42
2.4.1 muestras de agua.....	42
2.4.2 muestras de heces	44



2.5 recursos materiales	44
2.5.1 <i>materiales para el análisis microbiológico del agua</i>	44
2.5.2 <i>materiales para los análisis coproparasitarios</i>	45
2.6 técnica para el análisis microbiológico del agua: fermentación en tubos múltiples para miembros del grupo coliforme	45
2.6.1 <i>fundamento</i>	45
2.6.2 <i>procedimiento del análisis</i>	46
2.6.3 Cálculos de resultados	48
2.7 técnica para el análisis coproparasitario	48
2.7.1 <i>fundamento</i>	48
2.7.2 <i>procedimiento del análisis</i>	49
2.8 manejo estadístico de los datos	50
CAPÍTULO 3.....	51
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	51
3.1 determinación de coliformes totales y fecales mediante la técnica del número más probable (nmp) utilizando Ist y caldo ec.	51
3.1.1 <i>planta de potabilización</i>	51
3.1.2. <i>Comunidad shakaime</i>	56
3.1.3 <i>comunidad puerto morona</i>	57
3.1.4. <i>Parroquia san José de Morona (cabecera parroquial)</i>	59
3.1.5. <i>Comunidad la Unión</i>	61
3.1.6. <i>Variación de coliformes totales y fecales en puntos importantes del sistema de abastecimiento de agua.</i>	63
3.2. Análisis parasitológico de los niños de la unidad educativa “real audiencia de Quito” de San José de Morona	65
4. CONCLUSIONES	73
5. RECOMENDACIONES	74
6. BIBLIOGRAFÍA	76
7. ANEXOS.....	81



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características morfológicas de Entamoeba histolytica/E. dispar	32
Tabla 2: Características de especies comensales del género Entamoeba	33
Tabla 3: Características morfológicas Giardia Lamblia	34
Tabla 4: Características morfológicas de Trichuris trichiura	35
Tabla 5: Características morfológicas de Ascaris lumbricoides	36
Tabla 6: Muestreo según porcentaje de la población en cada sector	41
Tabla 7: Cronograma de muestreo del análisis microbiológico del agua.	41
Tabla 8: Datos de coliformes totales y fecales obtenidos en diferentes muestreos de la captación y planta de potabilización.....	51
Tabla 9: Datos de coliformes totales y fecales en inmuebles de la comunidad Shakaime.....	56
Tabla 10: Datos de coliformes totales y fecales de los inmuebles en Puerto Morona.	57
Tabla 11: Promedio de datos obtenidos en cada muestreo para coliformes totales y fecales en el centro de San José de Morona.	59
Tabla 12: Promedio de coliformes totales y fecales de cada muestreo en el sector La Unión.....	61
Tabla 13: Promedios de coliformes totales y fecales en cada sector incluido puntos importantes de la planta.	63
Tabla 14: Porcentaje de parásitos encontrados en niños de la Unidad Educativa “Real Audiencia de Quito”.	65
Tabla 15: Porcentaje de niños monoparasitados, biparasitados, poliparasitados y no parasitados.	67
Tabla 16: Principales asociaciones parasitarias encontradas en los niños de la Unidad Educativa “Real Audiencia de Quito”	68
Tabla 17: Porcentaje de parasitosis dependiendo de la edad en los niños de la Unidad Educativa Real Audiencia e Quito”	70
Tabla 18: Porcentaje de parasitosis por género en alumnos de la Unidad Educativa “Real audiencia de Quito”	70



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Reposo del agua, antes de ingresar a la tubería de captación	25
Figura 2: Entrada de agua al tanque de captación	25
Figura 3: Sedimentador	25
Figura 4: Tramos de conducción profundos	26
Figura 5: Tramos de conducción elevados.....	26
Figura 6: Planta de tratamiento	26
Figura 7: Tuberías de conexión con los filtros	27
Figura 8: Distribuidor de caudales.....	27
Figura 9: Filtro lento fuera de servicio	27
Figura 10: Filtro lento de arena	27
Figura 11: Tanque de almacenamiento del desinfectante	28
Figura 12: Caseta de cloración	28
Figura 13: Tanque de almacenamiento.....	28
Figura 14: Tuberías hacia los tanques de almacenamiento	28
Figura 15: Tubería sobre el río Morona.....	29
Figura 16: Llave domiciliaria (Primera casa servida- Shakaime).	29
Figura 17: Puntos de muestreo en la planta.....	40
Figura 18: Toma de muestra en Planta de Potabilización	43
Figura 19: Toma de muestra en llave domiciliaria	43
Figura 20: Esquema de procedimiento para coliformes totales y fecales usando LST y caldo EC	47
Figura 21: Esquema de procedimiento para análisis coproparasitario	49



ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Variación de coliformes totales en la captación y diferentes puntos de la planta de potabilización en época de verano e invierno.	52
Gráfico 2: Variación de coliformes fecales en la captación y diferentes puntos de la planta de potabilización en época de verano e invierno.	53
Gráfico 3: Evaluación del filtro con respecto a coliformes totales en diferentes fechas de muestreo.	54
Gráfico 4: Evaluación del filtro con respecto a coliformes fecales en diferentes fechas de muestreo.	55
Gráfico 5: Variación de coliformes totales en la comunidad Shakaime.	56
Gráfico 6: Variación de coliformes fecales en la comunidad Shakaim.	57
Gráfico 7: Variación de coliformes totales en la comunidad Puerto Morona.	58
Gráfico 8: Variación de coliformes fecales la comunidad Puerto Morona.	58
Gráfico 9: Variación de coliformes totales en el centro de San José de Morona.	60
Gráfico 10: Variación de coliformes fecales en el centro de San José de Morona.	60
Gráfico 11: Variación de coliformes totales en el sector La Unión.	62
Gráfico 12: Variación de coliformes fecales en el sector La Unión.	62
Gráfico 13: Variación de coliformes totales a lo largo del sistema de agua	64
Gráfico 14: Variación de coliformes fecales a lo largo del sistema de agua.	64
Gráfico 15: Porcentaje de cada parásito encontrado en los niños de la Unidad Educativa “Real Audiencia de Quito”.	66
Gráfico 16: Porcentaje de niños no parasitados y aquellos en los que se encontraron uno o más parásitos.	68
Gráfico 17: porcentaje de las principales asociaciones parasitarias encontradas en los niños de la Unidad Educativa “Real Audiencia De Quito”	69
Gráfico 18: Porcentaje de parasitosis por grupos de edad en los niños de la Unidad Educativa Real Audiencia e Quito”	70
Gráfico 19: Porcentaje de parasitosis por género en niños y niñas de la Unidad Educativa “Real audiencia de Quito”	71



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Norma técnica ecuatoriana inen 1108:2014. Agua potable-requisitos	81
Anexo B. Mapa geográfico del cantón tiwintza	89
Anexo C. Certificado otorgado por la dra. Guillermina pauta, jefe del laboratorio de sanitaria de la universidad de cuenca después de culminado el análisis microbiológico del agua.	89
Anexo D. Certificado otorgado por el dr. Antonio pillajo director del centro de salud de san josé de morona” ratificando el desarrollo de los análisis coproparasitarios en los niños de la unidad educativa de la parroquia.	90
Anexo E. Recolección de muestras en captación y planta de potabilización.	92
Anexo F. Recolección de muestras en inmuebles	94
Anexo G. Medios de cultivo empleados en la técnica de fermentación en tubos múltiples.	96
Anexo H. Índice de nmp y límites de aceptación del 95 por 100 para distintas combinaciones de resultados positivos cuando se usan cinco tubos por dilución (10ml; 1,0ml; 0,1 ml)	98
Anexo I. Historial de resultados de coliformes totales y fecales utilizando Ist y caldo ec	99
Anexo J. Fotos de resultados negativos y positivos con lauril sulfato y caldo ec.	106
Anexo K. Historial de resultados de los análisis coproparasitarios en niños de la unidad educativa “real audiencia de quito” de san josé de morona	107
Anexo L. Fotos de los principales parásitos encontrados en niños de la unidad educativa “real audiencia de quito”. Fuente: las autoras	111
Anexo M. Informe de acciones llevadas a cabo por el personal médico del centro de salud de san josé de morona después de conocer los resultados coproparasitarios.	113



ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1: Toma de muestra en la captación	92
Foto 2: Toma de muestra en la entrada del agua a la planta.	92
Foto 3: Toma de muestra en la salida del filtro.....	92
Foto 4: Toma de muestra en la caseta de cloración.....	93
Foto 5: Toma de muestra en en Tanque B (Salida de la planta).	93
Foto 6: Tomas de muestra en la comunidad Shakaime y Puerto Morona	94
Foto 7: Tomas de muestra en la parroquia San José de Morona	94
Foto 8: Toma de muestra en la Unidad Educativa “Real Audiencia de Quito” de San José de Morona.....	94
Foto 9: Toma de muestra en el Centro de Salud de la parroquia San José de Morona	95
Foto 10: Tomas de muestra en la comunidad La Unión	95
Foto 11. Resultado negativo con Lauril Sulfato	106
Foto 12. Resultado positivo con Lauril Sulfato	106
Foto 13. Resultado negativo con caldo EC	106
Foto 14. Resultado positivo con caldo EC.....	106
Foto 15: Quiste de Iodamoeba butschlii	111
Foto 16: quiste de giardia lamblia.	111
Foto 17: Quiste de Entamoeba histolytica	111
Foto 18: Quiste de Entamoeba coli.	111
Foto 19: Huevo de Trichuris Trichiura.	112
Foto 20: Huevo de Trichuris Trichiura.	112
Foto 21: huevo de hymenolepis nana.	112



Universidad de Cuenca
Clausula de propiedad intelectual

Yo, Elvia Marlene Chin Uzhca, autora de la tesis "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE LA PLANTA DE POTABILIZACIÓN DE LA PARROQUIA SAN JOSÉ DE MORONA-TIWINTZA Y SU RELACIÓN CON LA PREVALENCIA DE PARASITOSIS INTESTINALES", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 16 de Septiembre de 2014

Elvia Marlene Chin Uzhca

C.I: 0104926860



Universidad de Cuenca
Clausula de propiedad intelectual

Yo, Mónica Catalina Fárez Chalco, autora de la tesis "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE LA PLANTA DE POTABILIZACIÓN DE LA PARROQUIA SAN JOSÉ DE MORONA-TIWINTZA Y SU RELACIÓN CON LA PREVALENCIA DE PARASITOSIS INTESTINALES", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 16 de Septiembre de 2014

Mónica Catalina Fárez Chalco

C.I: 0105478887



Universidad de Cuenca
Clausula de derechos de autor

Yo, Elvia Marlene Chin Uzhca, autora de la tesis "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE LA PLANTA DE POTABILIZACIÓN DE LA PARROQUIA SAN JOSÉ DE MORONA-TIWINTZA Y SU RELACIÓN CON LA PREVALENCIA DE PARASITOSIS INTESTINALES", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Bioquímica Farmacéutica. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autora.

Cuenca, 16 de Septiembre de 2014

Elvia Marlene Chin Uzhca

C.I: 0104926860



Universidad de Cuenca
Clausula de derechos de autor

Yo, Mónica Catalina Fárez Chalco, autora de la tesis "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE LA PLANTA DE POTABILIZACIÓN DE LA PARROQUIA SAN JOSÉ DE MORONA-TIWINTZA Y SU RELACIÓN CON LA PREVALENCIA DE PARASITOSIS INTESTINALES", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Bioquímica Farmacéutica. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autora.

Cuenca, 16 de Septiembre de 2014

Mónica Catalina Fárez Chalco

C.I: 0105478887



DEDICATORIA

A mis padres que son el pilar fundamental en mi vida gracias a su amor y esfuerzo han logrado guiarme en este arduo camino, sin su apoyo esta meta tan importante en mi vida no hubiera sido posible. Gracias por enseñarme a luchar por mis sueños.

A mis hermanos por estar siempre a mi lado y ser mi soporte en momentos difíciles, gracias por ser mi ejemplo de superación.

A mi sobrino por llenar mi vida y el de toda mi familia de tanto amor y alegría.

A todas las personas que de alguna manera me brindaron su ayuda e impulsaron a continuar luchando por cumplir mis metas.

Mónica

De manera especial dedico esta tesis a mis padres Sergio y Esperanza quienes son la base de mi formación, transmitiéndome buenos valores y principios esenciales para enfrentar a la sociedad. Agradezco infinitamente su cariño, comprensión y el gran sacrificio que día a día han realizado, para ver superar a sus hijos y a pesar de las adversidades siempre confiaron en mí y me apoyaron en los momentos más difíciles.

A mi hijo Anthony, quien llegó a mi vida a ser mi fortaleza y a llenarme del sentimiento más noble que es el amor, eres y serás mi mayor motivación e inspiración para luchar por mis metas.

A mi abuelita Viviana, a mis hermanos Juan, Doris, y a mi sobrino Alexis, que también han estado junto a mí en todo momento, les agradezco su paciencia y su continuo apoyo.

Ustedes, mi familia son lo mas importante que tengo en la vida y eso sin duda se lo agradezco a Dios, quien guía nuestras vidas y con fé en el, todo se puede.

Elvia



AGRADECIMIENTOS

Agredecemos a Dios quien ha derramado sus bendiciones en nuestras vidas y ha permitido cumplir nuestras metas.

Nos sentimos infinitamente agradecidas con nuestros padres quienes con su sacrificio y amor, fueron y serán nuestro principal apoyo para poder superar cualquier obstáculo que se nos presente en el camino.

A la Dra. Mariana Saá quien con sus conocimientos nos apoyó y dirigió esta tesis.

Un agradecimiento especial a nuestras asesoras Dra. Guillermina Pauta Jefa del Laboratorio de Sanitaria de la Universidad de Cuenca y Dra. María Eugenia Velasco quienes nos brindaron su sincera amistad y confianza al abrírnos las puertas de este laboratorio y con su experiencia, conocimiento y buena voluntad nos guiaron incondicionalmente en la realización de este trabajo.

A nuestros colaboradores Ing. Marco Tulio Chamba por permitirnos realizar este estudio en la planta potabilizadora que se encuentra a su cargo y al Dr. Antonio Pillajo Director del Centro de Salud “San José de Morona” por facilitarnos las instalaciones del laboratorio para culminar nuestra tesis.

A todos nuestros familiares y amigos que de una u otra manera siempre nos han motivado a cumplir nuestros propósitos.

Mónica Fárez y Elvia Chin



INTRODUCCIÓN

El agua y la salud son dos aspectos indispensables y dependientes. En la actualidad los problemas del agua se centran tanto en la calidad como en la cantidad para abastecer a las poblaciones de una forma adecuada, así mismo están relacionados con la continuidad del servicio. ⁽¹⁾

El agua es un elemento esencial para la subsistencia de los seres vivos, y es también portadora de enfermedades producidas por bacterias, virus, parásitos y productos químicos, que podrían estar presentes en el agua de consumo.

La calidad del agua es importante al tener relación directa con la transmisión de enfermedades producidas por el “agua sucia”. Las diarreas son las principales enfermedades transmitidas por el agua y una de las causas frecuentes es el parasitismo intestinal, sobretodo en zonas en donde coexisten malas condiciones higiénicas, deficiente saneamiento ambiental, bajas condiciones socio-económicas y escasa disponibilidad de agua potable. ⁽²⁾

Las condiciones sanitarias del agua en la población de San José de Morona actualmente son deficientes como consecuencia de la falta de un adecuado sistema de potabilización de agua y la carencia de un correcto sistema de eliminación de excretas.

Según datos registrados en el Centro de Salud de San José de Morona las causas más comunes por las que los niños acuden a este centro asistencial, son enfermedades de la piel y gastrointestinales, cuya prevalencia está relacionada en gran medida con la deficiente calidad del agua de consumo del sector.

Debido a todos estos problemas, la Ilustre Municipalidad del Cantón Tiwintza con la finalidad de dar atención a las comunidades rurales, en Agosto del 2010 puso en funcionamiento una planta de potabilización de agua que abastece a la parroquia San José de Morona; sin embargo, el tratamiento de purificación que se ha venido realizando no se desarrolla adecuadamente y por lo tanto no es



efectiva, con lo cual no existen garantías de que el agua que sale de la planta sea apta para el consumo humano.

Por lo expuesto, se ha considerado la necesidad de colaborar con las acciones de mejora del sistema de abastecimiento de agua potable a través del estudio de la evaluación de la calidad microbiológica del agua y el cumplimiento de estos parámetros de acuerdo a la NTE INEN 1108: 2014.

Por otro lado este trabajo de investigación busca aportar con datos específicos sobre la problemática de la prevalencia de parasitosis en los niños del sector, con el fin de tomar las medidas necesarias que resulten en el beneficio de la población, como por ejemplo, charlas educativas, programas de desparasitación y seguimiento por parte del equipo de salud.



CAPÍTULO 1

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Calidad del agua

La calidad del agua puede definirse como la composición física, química y biológica que la caracteriza y recordando el hecho de que el agua pura no existe en la naturaleza, se habla que un agua es de calidad, cuando sus características la hacen aceptable para un cierto uso.

En el caso del agua para abastecimiento público, es de primordial interés el concepto de potabilidad: un agua es potable cuando reuniendo agradables características estéticas y organolépticas contiene en una adecuada proporción elementos y sales minerales, pero sin poseer sustancias que puedan causar perjuicio alguno en la fisiología normal del organismo humano. A su vez un agua se dice contaminada cuando contiene microorganismos y sustancias químicas de diverso origen, de modo que resulte inadecuada para su empleo normal.⁽³⁾

Para saber el grado de pureza del agua es necesario emplear parámetros de calidad basados en reglamentos y legislaciones, estableciéndose límites deseables. En el Ecuador los parámetros de calidad se establecen en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108:2014 (**Anexo A**).

1.1.1 *Parámetros de calidad del agua*

Debido a que la planta de potabilización en donde se realizó el presente estudio no cuenta con un laboratorio para el análisis de agua, se ha visto la necesidad de describir los parámetros físico-químicos y microbiológicos más importantes utilizados para monitorizar un sistema de agua.



1.1.1.1 *Parámetros físicos*

- **Turbiedad:** capacidad que tiene el material suspendido en el agua para obstaculizar el paso de la luz. La presencia de materias diversas en suspensión, arena, limos, coloides orgánicos, plancton y otros organismos microscópicos da lugar a la turbidez. Estas partículas son de dimensiones variables, desde 10nm hasta diámetros del orden de 0,1nm. La turbiedad da un aspecto desagradable al agua y la hace sospechosa de contaminación. Procesos como coagulación, sedimentación y filtración se diseñan teniendo en cuenta el valor de la turbiedad. Ésta se mide con turbidímetros basados en principios nefelométricos y se expresa en unidades de turbiedad NTU. Una unidad de turbiedad es una cantidad patrón empírica producida al agregar 1 mg de SiO₂ a 1 litro de agua destilada. ^(4,5)

Se ha demostrado que al menor incremento de la turbiedad en el agua tratada, aumenta el riesgo de transportar partículas de un tamaño semejante al de los quistes de protozoarios parásitos como la *Giardia* y el *Cryptosporidium*. Por otro lado, las partículas pueden enmascarar a los virus y bacterias y, por consiguiente, dificultar su inhibición por acción del desinfectante y aumentar la posibilidad de transmisión de enfermedades hídricas. ⁽⁶⁾

- **Color:** es generado por sustancias disueltas y por coloides a causa de la descomposición natural de la materia vegetal de las plantas llamado humus y por la disolución de ciertos minerales como hierro y manganeso presentes en el subsuelo.

El color está clasificado como color aparente y color verdadero. Color aparente se considera al producido por el material suspendido mientras que el color verdadero es el que permanece en el agua después de remover la turbiedad.

Este parámetro se mide utilizando colorímetros y se expresa en unidades



de color (UC) que se obtiene agregando 1 mg de cloroplatinado de potasio en un litro de agua destilada. ⁽⁵⁾

- **Temperatura:** afecta la viscosidad y la velocidad de las reacciones químicas que intervienen en el proceso de potabilización. En una corriente de aguas templadas, la temperatura no debe superar los 32 °C y en las corrientes de agua fría no deben superar los 20 °C. Una variación afecta principalmente la absorción de oxígeno y la actividad biológica. ⁽⁵⁾
- **Sólidos:** para diagnosticar la calidad del agua se determina los sólidos totales (ST) que se definen como el material que queda después de evaporar el agua a 105°C. Los ST se dividen en:

Sólidos disueltos (SD): son los que se encuentran en mayor cantidad en el agua y consisten principalmente en sales y gases. Los SD se calculan pasando la muestra por un papel de filtro y luego determinando los sólidos totales del filtrado. Si se somete la muestra filtrada a evaporación en una mufla a aproximadamente 600°C y se pesa el residuo se obtendrá los sólidos disueltos fijos y por diferencia se determinan los sólidos disueltos volátiles.

Sólidos suspendidos (SS): se determinan restando los sólidos disueltos de los sólidos totales. Los SS son muy importantes de determinar, principalmente porque se utilizan para el diseño de plantas de agua. ⁽⁵⁾

1.1.1.2 *Parámetros químicos*

- **pH:** es el término utilizado para expresar la intensidad de las condiciones ácidas o básicas del agua y se mide con un instrumento dotado de un electrodo. Se encuentra en una escala de 0 a 14.
- **Conductividad:** es un indicativo de las sales disueltas en el agua y mide la cantidad de iones especialmente de calcio, magnesio, fósforo, bicarbonatos,



cloruros y sulfatos. Es una medida indirecta de los sólidos disueltos y se mide en micromhos/cm o siemens/cm. Las aguas que contienen altas concentraciones de conductividad son corrosivas.

- **Dureza:** es la propiedad que tienen ciertas aguas de cortar el jabón, lo cual se debe a elevadas concentraciones de iones calcio y magnesio en el agua. Las aguas duras también tienen la particularidad de que a elevadas temperaturas forman incrustaciones en los equipos mecánicos y las tuberías. La dureza se mide por titulación (método EDTA) y los resultados se reportan en mg/L de CaCO_3 .
- **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO):** mide la cantidad de oxígeno consumido en la eliminación de la materia orgánica del agua mediante procesos biológicos aerobios, se suele referir al consumo en 5 días (DBO_5). Se mide en ppm de O_2 que se consume. ⁽⁵⁾
- **Cloro residual:** se encuentra como una combinación de hipoclorito y ácido hipocloroso, en una proporción que varía en función del pH. El cloro residual combinado es el resultado de la combinación del cloro con el amonio (cloraminas), y su poder desinfectante es menor que el libre. La suma de los dos constituye el cloro residual total. Es fundamental mantener en las redes de distribución pequeñas concentraciones de cloro libre residual, desde las plantas potabilizadoras hasta las llaves domiciliares para asegurar que el agua ha sido convenientemente desinfectada. ⁽⁷⁾
- **Cloruros:** son indicadores típicos de contaminación residual doméstica vertida a un cauce natural. Esto, además, puede servir de señal de alerta acerca de la probabilidad de que el agua presente contaminación también de carácter microbiológico patógeno e indeseable. El ion Cl^- es altamente corrosivo y da lugar a deterioros en tuberías y sistemas de distribución de aguas, así como en equipos industriales. En grandes cantidades altera el sabor del agua. ⁽⁴⁾



- **Nitratos:** en concentraciones mayores a 45mg/L se reducen a nitritos y empobrecen de oxígeno la sangre (metahemoglobinemia). Concentraciones altas pueden indicar que existe contaminación de origen orgánico procedente de vertimientos de agua residual doméstica, industriales o producida por la escorrentía que arrastra fertilizantes. ⁽³⁾
- **Nitritos:** en aguas superficiales la presencia de nitritos indica contaminación y no deben estar presentes en el agua potable. Debido a que forman sustancias cancerígenas al reaccionar con las aminas secundarias y terciarias de los alimentos formando las nitroso-aminas. ⁽⁸⁾
- **Hierro y manganeso:** la presencia de éstas sustancias en las aguas se debe al poder disolvente que tiene el CO₂ sobre los estratos del suelo reduciendo los compuestos férricos a hierro soluble. En bajas concentraciones no tienen un efecto dañado conocido sobre la salud, pero en concentraciones elevadas manchan la ropa, además cuando se agota el oxígeno forman compuestos que se depositan, corroen y obstruyen tuberías.
- **Fósforo:** esencial para el crecimiento de algas y otros organismos biológicos. Aumenta sus niveles en el agua debido a vertimientos de aguas residuales y escorrentía. Los ortofosfatos son la forma más importante en el agua debido a que se encuentran disueltos y de esta manera son aprovechados por las plantas. ⁽⁵⁾

1.1.1.3 *Parámetros microbiológicos*

La variedad de microorganismos de un agua es tan elevada que se hace prácticamente imposible el verificar mediante análisis rutinarios y rápidos la ausencia de toda esta potencial flora bacteriana. Por ello, se recurre a la investigación de organismos normalmente presentes en las deyecciones humanas y de animales, que de este modo actúan de organismos indicadores



de contaminación fecal, lo que posibilita asegurar la eficacia de la potabilización y depuración de un agua. ⁽⁵⁾

- **Coliformes totales:** se definen como bacterias anaerobias facultativas, Gram-negativas, no esporuladas, con forma de bacilo, que fermentan la lactosa con formación de gas en 48 horas a 35° C. Dentro de los coliformes se incluyen una gran variedad de microorganismos tales como; *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Klebsiella pneumoniae*, etc. Siendo la mayoría pertenecientes al grupo de las bacterias entéricas, que crecen fácilmente en los medios de cultivo ordinarios y se inhibe su desarrollo fuera de los siguientes límites: pH entre 4.0 y 8.5, temperatura entre 4° C y 46° C, almacenados en congelación, el número de coliformes disminuye hasta cifras que pueden mantenerse relativamente estables por largos períodos.
- **Coliformes fecales:** aproximadamente el 95% del grupo de los coliformes presentes en heces fecales, están formados por *Escherichia coli* y ciertas especies de *Klebsiella*. Debido a que los coliformes fecales se encuentran exclusivamente en las heces de humanos y animales de sangre caliente, se considera que reflejan mejor la presencia de contaminación fecal. Son bacilos cortos Gram-negativos, no esporulados, también conocidos como coliformes termotolerantes, tienen capacidad para fermentar la lactosa con producción de gas a temperaturas de 44.5° C. Se destruyen fácilmente por el calor y pueden morir durante la congelación. Para el recuento de este grupo se requiere un control muy riguroso de la temperatura de incubación, generalmente baño maría de precisión con límites de variación no mayores de 0.2°C. ⁽⁹⁾

Los patógenos fecales son los que más preocupan a la hora de fijar metas sanitarias relativas a la salubridad microbiológica. La calidad microbiológica del agua es muy variable y con frecuencia puede variar en poco tiempo. Pueden producirse aumentos repentinos de la concentración de patógenos que pueden aumentar considerablemente el riesgo de enfermedades infecciosas. Además,

pueden exponerse a la enfermedad numerosas personas antes de que se detecte la contaminación microbiológica. ⁽¹⁰⁾

1.2 TRATAMIENTO DEL AGUA EN LA PLANTA DE POTABILIZACIÓN QUE ABASTECE A LA PARROQUIA SAN JOSÉ DE MORONA Y SUS COMUNIDADES.

1.2.1 Captación

La fuente es un riachuelo emplazado en la parte baja de la cordillera del Cutucú, muy cercano a los inicios del río Cusuime, a una cota de 362.5 msnm. Esta fuente se encuentra a 20 km del sector Shakaime donde está ubicada la planta de tratamiento. Cabe indicar que la zona aledaña a la fuente preserva su vegetación natural, por lo tanto no existe grado alguno de contaminación. En el lugar de captación existe un pozo para mantener el agua en reposo, logrando que se asienten las partículas suspendidas más pesadas, tales como arena, material inorgánico, etc.



Figura 1: Reposo del agua, antes de ingresar a la tubería de captación

(Fuente: las autoras)

El agua ingresa a un tanque de hormigón provisto de tuberías con cedazos para evitar el paso de partículas grandes, desde este tanque de captación se conduce el agua hasta los tanques sedimentadores para eliminar las partículas restantes que se encuentran en suspensión. ⁽¹¹⁾



Figura 2: Entrada de agua al tanque de captación

(Fuente: las autoras)



Figura 3: Sedimentador

(Fuente: las autoras)

1.2.2 Conducción

Debido a las condiciones del terreno la tubería de conducción desde la captación hasta la planta, en algunas zonas está enterrada a 0.80 m de profundidad y 0.40 m de ancho, y en otras se encuentra elevada con lo que se pretendía evitar que se produzcan grandes presiones. Sin embargo se ha observado fugas en varios tramos sobre todo en puntos altos. ⁽¹¹⁾



Figura 5: Tramos de conducción elevados

(Fuente: las autoras)



Figura 4: Tramos de conducción profundos

(Fuente: las autoras)

1.2.3 Distribución de caudales en la planta

En la planta, el agua ingresa al tanque distribuidor de caudales para luego pasar a los filtros lentos de arena. Este permite pasar un caudal igual a cada unidad de filtración y contiene además una tubería de by-pass, que se comunica con la cámara de compensación, con la finalidad de no suspender el servicio cuando se requiera dar mantenimiento simultáneo a las unidades de filtración. ⁽¹¹⁾



Figura 6: Planta de tratamiento

(Fuente: las autoras)



Figura 8: Distribuidor de caudales

(Fuente: las autoras)



Figura 7: Tuberías de conexión con los filtros

(Fuente: las autoras)

1.2.4 Filtración

Para realizar el proceso de filtración existen 2 filtros lentos, con un caudal de ingreso del 65 %. El lecho filtrante es de arena en la parte superior y una capa de grava en la parte inferior. El agua pasa por el manto de arena, y las impurezas en contacto con las partículas del lecho son retenidas, desarrollándose procesos de degradación química y biológica que reducen a la materia retenida en formas más simples, que permanecen como material inerte hasta la limpieza. Cada filtro cuenta con un cajón de 0.8 x 2.4 m por una altura 0.6 m, para lavar la arena de los filtros, estos están contiguos a sus paredes

Para recoger el agua filtrada, existe un sistema de tuberías con orificios y se considera una velocidad de filtración límite de 0.3 m/seg. Este tratamiento tiene la ventaja de ser eficiente para turbiedad menor a 50 UINT, es simple y estable.



Figura 10: Filtro lento de arena

(Fuente: las autoras)



Figura 9: Filtro lento fuera de servicio

(Fuente: las autoras)

1.2.5 Desinfección

Luego de pasar por los filtros el agua se conduce hacia la caseta de cloración que consta de un hipoclorador manual, una válvula dosificadora para dejar pasar la solución desinfectante y el agua hasta un tanque de mezcla. Sin embargo la cloración no se realiza a pesar de ser el mecanismo esencial en el proceso de potabilización para destruir microorganismos patógenos, este hecho se comprobó mediante una visita técnica a la planta de potabilización.

(11)



Figura 12: Caseta de cloración

(Fuente: las autoras)



Figura 11: Tanque de almacenamiento del desinfectante

(Fuente: las autoras)

1.2.6 Almacenamiento

Por último después de pasar por la caseta de cloración el agua ingresa a tuberías que la conducen a los tanques de almacenamiento, los cuales están diseñados con ferrocemento y se encuentran semienterrados, con entradas y salidas separadas. En la parte inferior, cada tanque está provisto de drenes para la respectiva limpieza y en la salida se encuentra una caja de válvulas desde la cual se opera la reserva y el sistema de distribución del agua. ⁽¹¹⁾



Figura 14: Tuberías hacia los tanques de almacenamiento

(Fuente: las autoras)



Figura 13: Tanque de almacenamiento.

(Fuente: las autoras)

1.2.7 Red de distribución

En los 4 sectores se realiza la distribución mediante una matriz principal de 160mm de diámetro que va desde la planta hasta la Unión y de esta parte en ramales de 32mm de diámetro, para cada sector. Las conexiones domiciliarias son de una sola conexión por vivienda.

1.2.7.1 Red en Shakaime y Puerto Morona.

Esta red es relativamente pequeña. Desde la matriz, se toma a través de una T reductora provista de una válvula para regular el caudal y presión, con la finalidad de que no exista interferencias con el resto del sistema.

1.2.7.2 Red en San José de Morona y La Unión.

La red de distribución esta interconectada con el antiguo sistema de abastecimiento de agua, de la matriz principal mediante válvulas reductoras de presión, el agua ingresa a las tuberías antiguas para distribuirse a los domicilios. Para la conducción del agua desde el Puerto Morona hacia San José de Morona y la Unión se ha construido un puente específicamente para el paso de la tubería sobre el Río Morona (100 m de ancho).



Figura 15: Tubería sobre el río Morona

(Fuente: las autoras)



Figura 16: Llave domiciliaria (Primera casa servida- Shakaime).

(Fuente: las autoras)

En total existe una distancia de 45 km desde la planta de tratamiento hasta el punto final de distribución del agua que es la comunidad La Unión. ⁽¹¹⁾

1.3 PARASITOSIS INTESTINALES TRANSMITIDAS POR EL AGUA

La mayoría de los parásitos intestinales se transmiten por contaminación del



ambiente y en este aspecto, el agua y los alimentos juegan un papel importante. Si las heces no se eliminan de manera apropiada, los quistes, ooquistes y los huevos de los parásitos intestinales pueden quedar en el ambiente de las casas o contaminar fuentes de agua o cultivos regados con aguas residuales. Por lo que se estima que 4% del total de muertes en el mundo se deben a problemas relacionados al agua, desagüe e higiene. ⁽¹²⁾

Estudios de la OMS, indican que los protozoarios *Entamoeba histolytica* y *Giardia lamblia*, y los helmintos *Ascaris lumbricoides*, *Taenia solium* y uncinarias, constituyen los agentes que con mayor frecuencia causan diarreas infecciosas. Usualmente estos problemas se encuentran asociados, con la desnutrición, que predispone a infecciones gastrointestinales al disminuir la acidez gástrica, bajar la motilidad intestinal e incrementar el tiempo de residencia de los patógenos. ⁽¹³⁾

1.3.1 **Clasificación de los parásitos**

1.3.1.1 **Protozoarios.**

Son organismos unicelulares. Se reproducen fundamentalmente por fisión binaria y cumplen todas las funciones requeridas para asegurar la persistencia de la especie.

1.3.1.2 **Helmintos.**

Son mucho más complejos que los protozoos, pues sus células se agrupan formando órganos y tejidos. Se reproducen sexualmente y pueden presentar di-formismo sexual o ser hermafroditas. ⁽¹⁴⁾

1.3.2 **Epidemiología**

La epidemiología de las infecciones causadas por parásitos se relaciona con los cambios en las condiciones del medio ambiente, el aumento de la densidad poblacional en zonas rurales, las condiciones sanitarias deficientes, la escasa disponibilidad de agua y la deficiente eliminación de excretas. Estos factores, junto a las malas condiciones socioeconómicas y nutricionales del hospedero



humano, provocan un aumento de la incidencia, prevalencia y gravedad de las parasitosis.

Según la OMS, en muchos países de América Latina el promedio de infecciones parasitarias es de 45% de la población general siendo los más afectados los pre-escolares y escolares, quienes comúnmente se encuentran poliparasitados. ⁽¹⁴⁾

1.3.3 MECANISMOS DE TRANSMISIÓN

Los mecanismos de transmisión varían, dependen del hábitat del parásito y de la manera en que se elimina del hospedero. Los que habitan en el intestino se transmiten por medio de la materia fecal, ya sea del hombre o de los animales. Otros necesitan de un vector como un artrópodo para transmitirse a otra persona. Algunos más se transmiten por gotas de saliva, a través de la placenta o adquirirse por medio de la ingestión de carne cruda o mal cocida, o mediante contacto sexual. ⁽¹⁴⁾

1.3.4 PRINCIPALES PARÁSITOS ENCONTRADOS EN LOS NIÑOS DE LA UNIDAD EDUCATIVA “REAL AUDIENCIA DE QUITO” DE SAN JOSÉ DE MORONA.

1.3.4.1 Genero *Entamoeba*.

Se reproduce asexualmente e incluye varias especies de amibas que parasitan a los humanos. La mayoría de las amibas se localizan en el intestino. Algunas especies son consideradas como comensales, por ejemplo, *Entamoeba coli* que tiene quistes de 8 núcleos, pero otras son patógenas como *Entamoeba histolytica*/E. *dispar* tetranucleada. ⁽¹⁴⁾



Tabla 1: Características morfológicas de *Entamoeba histolytica*/E. dispar

Quiste	Trofozoíto
<ul style="list-style-type: none"> ○ Mide de 10 a 18 um. ○ Tiene cuatro núcleos del mismo tamaño. ○ Cada núcleo posee un cariosoma central y cromatina periférica distribuida uniformemente. ○ Resiste el pH del estómago e intestino delgado. ○ Resiste también a la cloración del agua. ○ En el ambiente, puede sobrevivir durante semanas a temperaturas altas. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mide de 10 a 20 um. ○ Forma invasora y patógena que posee movimiento por medio de pseudópodos. ○ Invade órganos porque produce enzimas y toxinas. ○ El pH del estómago e intestino delgado lo destruye. ○ No resiste la cloración del agua.

Fuente: Parasitología médica. [Citado el: 15 de Abril de 2014].
<http://site.ebrary.com/lib/ucuencasp/docDetail.action>

- **Cuadro Clínico:** su periodo de incubación oscila entre dos días, dos meses o un año. El cuadro comienza con diarrea, la misma que se puede transformar en disentería; inicialmente se presentan seis evacuaciones, que pueden repetirse hasta 12 o 16 veces. El parásito provoca lesiones ulcerativas en el colon. La colitis aguda puede iniciar con febrícula, cefalea, anorexia, náuseas y vómitos. Los trofozoítos rompen capilares y hacen que el paciente defeque moco y sangre. En el sexo femenino, la *Entamoeba histolytica* puede causar vulvitis, vaginitis, cervicitis, salpingitis y endometritis, mientras que en el sexo masculino es común: balanitis, uretritis y prostatitis, cuando hay contactos sexuales y falta de higiene. ⁽¹⁴⁾



Tabla 2: Características de especies comensales del género *Entamoeba*

	Quiste	Trofozoíto
<i>Entamoeba coli</i>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mide de 10 a 30um. ○ Presenta una pared quística muy gruesa. ○ Tiene de 1 a 8 núcleos fácilmente visibles. ○ Puede tener vacuolas de glucógeno. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mide de 20 a 30um. ○ Presenta pseudópodos cortos, anchos e hialinos. ○ El citoplasma tiene numerosas vacuolas que pueden albergar bacterias.
<i>Iodamoeba butshlii</i>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mide 9 micras, lo cual puede variar por las formas que adopta. ○ Posee una gran vacuola de glucógeno. ○ Generalmente es uninucleado. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mide de 9 a 14um. ○ Se distingue del quiste por su irregularidad de contorno. ○ El ectoplasma no se diferencia del endoplasma. ○ Posee un gran endosoma.
<i>Endolimax nana</i>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mide de 5 a 10 um. ○ Posee 4 núcleos cuando está maduro. ○ Carece de membrana nuclear. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mide de 6 a 12um. ○ Los pseudópodos son muy cortos y hialinos. ○ El citoplasma es muy translúcido y vacuolado. ○ En preparaciones sin teñir, el núcleo no se observa.

Fuente: Parasitología médica. [Citado el: 15 de Abril de 2014].
<http://site.ebrary.com/lib/ucuencasp/docDetail.action>

1.3.4.2 *Giardia lamblia*:

En la actualidad, *Giardia spp*, junto con el *Cryptosporidium parvum* son indicadores de contaminación fecal del agua, ambos parásitos se consideran agentes de transmisión hídrica. ⁽¹⁴⁾



Tabla 3: Características morfológicas Giardia Lamblia

Quiste	Trofozoito
<ul style="list-style-type: none"> ○ Mide de 8 a 11 um. ○ Los flagelos, por lo general, se colocan en el centro dándole al quiste, así, la apariencia de una “s” ○ Cuando se tiñe, se puede distinguir los cuerpos parabasales en forma de “coma”. ○ Posee cuatro núcleos. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mide de 7 a 14 um. ○ Es piriforme. ○ Tiene dos núcleos y cuatro pares de flagelos. ○ Posee dos discos de succión. ○ Los flagelos centrales son aparentemente más gruesos.

Fuente: Parasitología médica. [Citado el: 15 de Abril de 2014].
<http://site.ebrary.com/lib/ucuenacsp/docDetail.action>

- **Epidemiología:** está relacionada con fecalismo al aire libre y falta de higiene. La giardiasis es una de las causas más importantes de la enfermedad diarreica aguda, especialmente en niños y en sujetos que viajan a zonas del mundo consideradas tercermundistas. Es importante en sujetos inmunocomprometidos, como aquellos que sufren una deficiencia en inmunoglobulinas A, malnutrición y fibrosis quística.
- **Cuadro clínico:** en los niños, el periodo de incubacion es de 3 a 20 días. El cuadro agudo suele presentarse con náuseas, vómito, diarrea pastosa, grasosa, gaseosa y maloliente. El daño que causa *G. lamblia* se debe sobre todo a los efectos de la acción mecánica de adherirse y fijarse al epitelio intestinal. Esto provoca alteración de las microvellosidades intestinales, como consecuencia se presenta “mala absorción” de vitaminas liposolubles, ácidos grasos y vitamina B12.
En las personas adultas, puede presentarse de manera asintomática o como cuadros intermitentes y de larga duración en donde el principal síntoma es semejante a un colon irritable. ⁽¹⁴⁾

1.3.4.3 *Trichuris trichiura*:

Conocido también como gusano látigo, por su parte anterior muy delgada y su



parte posterior más ancha. ⁽¹⁴⁾

Tabla 4: Características morfológicas de *Trichuris trichiura*

Huevo	Gusano adulto
<ul style="list-style-type: none"> ○ Mide 50 por 25um. ○ Tiene forma de balón de fútbol americano. ○ Es de color café con doble membrana. ○ Posee 2 mamelones en sus extremos. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ El gusano adulto mide 5 cm. ○ En su parte anterior es delgado, como un látigo; aquí se encuentra el esófago. ○ En su parte posterior se encuentra el intestino y aparato genital. ○ El esófago penetra la mucosa intestinal del hospedero.

Fuente: Parasitología médica. [Citado el: 15 de Abril de 2014].
<http://site.ebrary.com/lib/ucuencasp/docDetail.action>

- **Epidemiología:** la prevalencia más alta ocurre en la etapa escolar, entre 5 y 10 años de edad. Los gusanos afectan el estado nutricional de los niños, suelen causar anemia, y por ende bajo rendimiento escolar. Aunque tiene una distribución geográfica amplia, el hábitat más común son las zonas del trópico donde predomina la humedad y la lluvia.
- **Cuadro clínico:** varía en relación directa con el número de gusanos y con el estado inmune del hospedero, también depende de la edad, el estado nutricional y la presencia de otras helmintiasis, como la Ascariasis. En infecciones leves y moderadas, el cuadro puede ser asintomático o ligeramente apreciable; esto se debe fundamentalmente al daño por la compresión mecánica de las células de la mucosa del colon, lo cual provoca dolor abdominal de tipo cólico y episodios diarreicos. En la tricocefalosis masiva, el cuadro clínico se inicia con diarrea, después se presenta disentería acompañada de pujo, tenesmo, dolores abdominales y meteorismo. Los niños mal nutridos sufren hipotonía de los músculos perineales y relajación del esfínter anal; por lo que la mucosa rectal se inflama y sangra, originando prolapso rectal. Como los gusanos adultos introducen su esófago en la mucosa intestinal, suelen ingerir sangre, lo que



provoca en el hospedero anemia hipocrómica microcítica y eosinofilia. ⁽¹⁴⁾

1.3.4.4 *Ascaris lumbricoides*:

Se adquiere por vía oral, al ingerir los huevecillos con el agua o los alimentos contaminados. ⁽¹⁴⁾

Tabla 5: Características morfológicas de *Ascaris lumbricoides*

Huevo	Gusano adulto
<ul style="list-style-type: none"> ○ Mide 45 a 75 µm de largo por 35 a 50 µm de ancho. ○ Tienen forma oval o redondeada. ○ Presentan una cubierta protectora formada por 3 capas: una membrana vitelina interna, una capa media transparente y gruesa y finalmente una capa externa mamelonada, albuminoide, teñida de café por los pigmentos biliares. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ La hembra mide de 20 a 30 cm. ○ El macho mide de 15 a 20 cm y tienen la porción anterior curvada.

Fuente: Parasitología médica. [Citado el: 15 de Abril de 2014].
<http://site.ebrary.com/lib/ucuencasp/docDetail.action>

- **Epidemiología:** la ascariasis es endémica en regiones de clima cálido y húmedo, así como en zonas templadas y húmedas, donde las condiciones del suelo favorecen el desarrollo de los huevos hasta su fase infectante y pueden permanecer viables como huevos larvados durante varios años. Se ha reportado una mayor incidencia de la enfermedad en niños de 5 a 15 años; lo cual se asocia con una mayor exposición y una inmunidad deficiente. ⁽¹⁴⁾
- **Cuadro clínico:** los síntomas y complicaciones de la infección se pueden clasificar como pulmonares, intestinales, obstrucción intestinal, hepatobiliares y pancreáticos.

Los síntomas respiratorios pueden manifestarse en huéspedes sensibilizados durante la migración de las larvas a través de los pulmones y se presentan con tos, eosinofilia, fiebre, dolor en el pecho, hemoptisis, disnea y estertores, los cuales ocurren una o dos semanas después de



ingerir los huevos.

La presencia de un gran número de parásitos adultos en el intestino delgado puede causar malestar abdominal, dolor, anorexia, náusea y diarrea. Los alimentos que el huésped ingiere junto a la sustancia inhibidora de tripsina producida por el parásito, pueden ocasionar intolerancia a la lactosa, malabsorción de la vitamina A y de otros nutrientes; esto conduce a desnutrición y retraso en el desarrollo, especialmente en niños.

Si los parásitos se asocian entre sí formando un ovillo, pueden provocar una obstrucción intestinal aguda. Diversas complicaciones incluyen obstrucción intestinal, invaginación ileocecal y gangrena, que resultan en perforación intestinal en 1 de cada 500 niños. Por otro lado, los gusanos adultos pueden migrar al lumen del apéndice y provocar un cuadro similar a apendicitis.

La ascariasis hepatobiliar y pancreática ocurre cuando los parásitos adultos residentes en el duodeno entran y bloquean el orificio del ducto biliar común, provocando cólico biliar, colecistitis, colangitis, pancreatitis y absceso hepático. Ocurre más comunmente en adultos; esto se debe a que el árbol biliar es lo suficientemente grande para que un gusano adulto se adapte en ese sitio. ⁽¹⁴⁾

1.1.1.1 *Hymenolepis:*

El huevecillo de *H. nana* mide 45um, posee estructura translúcida que rodea al embrión y tiene pequeñas salientes de donde emergen flagelos. El huevecillo de *H. diminuta* mide entre 50 y 70um, y su característica principal es que carece de filamentos polares. ⁽¹⁴⁾

- **Epidemiología:**

Hipomenolepiasis por *H. nana*: es cosmopolita y aparece con mayor frecuencia en los países tropicales. Afecta a niños y jóvenes de hasta 15 años de edad. Es de fácil diseminación directamente de persona a persona por medio del fecalismo.



Himenolepiasis por *H. diminuta*: predomina en condiciones de pobreza, hacinamiento, malas condiciones higiénico-sanitarias y la presencia de ratas, ratones y pulgas.

- **Cuadro clínico:** las infecciones leves presentan molestias abdominales vagas, mientras que las infecciones graves presentan los siguientes signos y síntomas: dolor epigástrico, meteorismo, náuseas, vómitos y diarrea profusa, palidez, anorexia, pérdida de peso, prurito anal y nasal. Además, se manifiestan trastornos psíquicos como irritabilidad, insomnio y cambio de carácter, lo cual, se debe a la producción de metabolitos tóxicos por parte de los gusanos. En las infecciones graves se exacerban los síntomas, la diarrea es más frecuente y produce un rápido deterioro del desarrollo físico asociado a un síndrome de malabsorción. ⁽¹⁴⁾



CAPÍTULO 2

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 tipo de estudio

El presente estudio es de tipo observacional, descriptivo, prospectivo y de corte transversal.

2.2 población de estudio y muestra

2.2.1 *análisis microbiológico del agua:*

Se tomaron muestras de la zona de captación del agua, de los puntos principales de la planta de potabilización (entrada, salida del filtro lento, caseta de cloración, tanque de reserva A, tanque de reserva B) y de los inmuebles a lo largo de la red de distribución de la parroquia San José de Morona y sus comunidades Shakaime, Puerto Morona y La Unión, sectores ubicados en el cantón Tiwintza, provincia de Morona Santiago. **(Anexo B)**

El período de muestreo y análisis fueron en los meses de Noviembre, Diciembre del 2013 y Enero del 2014.

2.2.2 *análisis coproparasitarios:*

se recolectaron muestras de heces de los niños de la Unidad Educativa “Real Audiencia de Quito” ubicada en la parroquia San José de Morona. Las muestras de heces se recogieron y analizaron la última semana del mes de Enero del 2014.

2.3 muestreo

2.3.1 *muestreo para análisis microbiológico del agua*

En vista del pequeño número de habitantes (879) que consume el agua proveniente de la planta potabilizadora de esta parroquia, conjuntamente con el Ing. Marco Tulio Chamba, encargado del funcionamiento de esta planta, se eligió un muestreo no probabilístico a conveniencia, estableciendo que 80 muestras de agua de los inmuebles y 14 muestras en la planta son significativos para este estudio. En total se analizaron 94 muestras de agua, abarcando todos los puntos importantes en el sistema de agua.

Las muestras se recolectaron de manera aleatoria, con una frecuencia de dos veces por semana durante dos meses las que fueron analizadas en el Laboratorio de Sanitaria de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cuenca. **(Anexo C)**

2.3.1.1 Muestreo en la planta potabilizadora

Se analizaron 14 muestras de agua. De las cuales 6 muestras fueron tomadas en época de verano, 6 muestras en época de invierno y adicionalmente se tomaron 2 muestras en la entrada y salida del filtro a fin de evaluar el funcionamiento del mismo, estas últimas coincidieron con la época de invierno.

Los puntos de muestreo se detallan a continuación.

● Puntos de muestreo:

1. Captación-Río Cusuime
2. Entrada-Planta de Agua
3. Salida-Filtro de arena B
4. Salida-Caseta de Cloración
5. Tanque de reserva A
6. Tanque de reserva B (Salida de la planta)

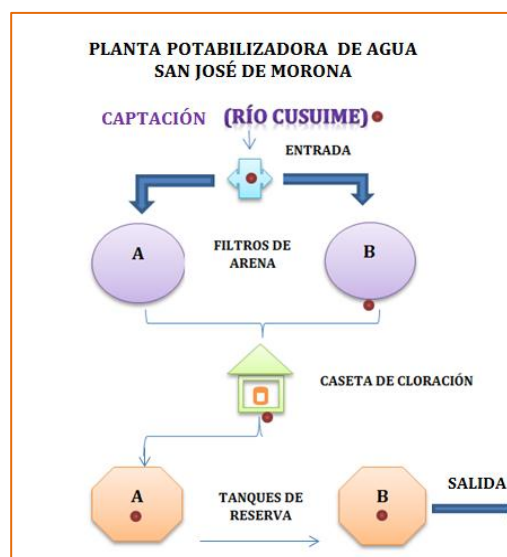


Figura 17: Puntos de muestreo en la planta

(Fuente: las autoras)

Filtro A: no está funcionando.

2.3.1.2 Muestreo en la red de distribución (Inmuebles)

Como se indicó anteriormente según el muestreo sugerido por el Ing. Marco Tulio Chamba se recolectaron un total de 80 muestras de agua de los inmuebles en toda la red de distribución, tomando en cuenta el porcentaje de población servida se determinó el número de muestras para cada sector



(Tabla 6).

Tabla 6: Muestreo según porcentaje de la población en cada sector

SECTOR	POBLACIÓN SERVIDA	% POBLACIÓN SERVIDA	N° DE MUESTRAS
Comunidad Shakaima	44	5%	4
Comunidad Puerto Morona	88	10%	8
Cabecera parroquial San José de Morona	440	50%	40
Comunidad La Unión	307	35%	28
Total	879	100%	80

Fuente: Cortesía del Ing. Marco Tulio Chamba

En la **Tabla 7** se indica el cronograma de muestreo para el análisis microbiológico del agua especificando la fecha y el número de muestras tomadas cada semana.

Tabla 7: Cronograma de muestreo del análisis microbiológico del agua.

Semanas	Fecha de muestreo	N° Muestreo	Sectores					N° muestras
			Planta Potabilizadora	Shakaima	Puerto Morona	San José de Morona	La Unión	
I	25/11/13	1	6	1				7
	27/11/13	2		1	1	3	2	7
II	02/12/13	3		1	1	3	2	7
	*04/12/13	4	--	--	--	--	--	--
III	09/12/13	5		1	1	4	2	8
	11/12/13	6			1	4	3	8
IV	16/12/13	7			1	4	3	8
	18/12/13	8			1	4	3	8
V	02/01/14	9	6		1	4	3	14



	06/01/14	10			1	4	3	8
VI	08/01/14	11				5	3	8
	13/01/14	12				5	4	9
VII	20/01/14	13	2					2
Total de muestras analizadas								94
*El 4 de Diciembre del 2013 no se realizó el análisis debido a la contaminación de las muestras por abertura del cooler durante el transporte.								

2.3.2 muestreo para los análisis coproparasitarios

El tipo de muestreo seleccionado para realizar los análisis coproparasitarios fue por conglomerados, donde se seleccionó una institución educativa con el fin de abarcar una muestra significativa a donde asisten niños de las diferentes comunidades. Se eligió este muestreo por la facilidad de la recolección de las muestras de heces en la institución educativa.

El lugar de muestreo fue la Unidad Educativa “Real Audiencia de Quito” que abarca a la mayoría de niños de la zona. La institución cuenta con 126 niños en total de los cuales 105 niños colaboraron con sus muestras de heces que fueron recolectadas la última semana del mes de enero del presente año y analizadas en el Laboratorio del Centro de Salud de San José de Morona.

(Anexo D)

2.4 toma de muestra

2.4.1 muestras de agua

Antes de recoger las muestras se tomó precauciones como el uso de guantes con el fin de evitar contaminación de las muestras. Para todas las muestras se utilizaron bolsas de plástico preesterilizadas Whirl-Pak sin tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), porque el agua analizada no contenía cloro. En la zona de captación y planta de potabilización se recogió la muestra directamente en las bolsas Whirl-Pak. **(Anexo E)**

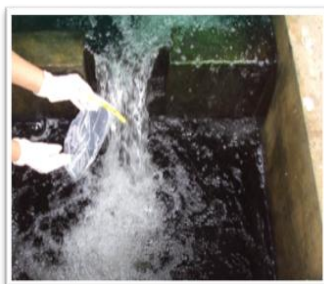


Figura 18: Toma de muestra en Planta de Potabilización

(Fuente: las autoras)

En la red de distribución, primero se flameó los grifos, además se utilizó alcohol desinfectante al 70%, dejando actuar de 2 a 3 minutos y luego se dejó correr el agua por un lapso de 3 a 5 minutos. Posteriormente se redujo el caudal y se procedió a llenar las bolsas aproximadamente con 150 mL de agua. **(Anexo F)**



Figura 19: Toma de muestra en llave domiciliaria

(Fuente: las autoras)

Después de la recolección, todas las muestras se rotularon, con la fecha, la hora y la localización exacta de la toma de muestra e inmediatamente se trasladaron desde el lugar de recolección hacia el Laboratorio de Sanitaria de la Universidad de Cuenca en coolers que mantuvieron las muestras a una temperatura inferior a 8°C. El tiempo de traslado no superó las 12 horas.



2.4.2 muestras de heces

En primer lugar con la colaboración de los profesores de la Unidad Educativa “Real Audiencia de Quito”, se informó a los padres de familia sobre la realización de los análisis coproparasitarios a sus hijos. Previo a la recolección de muestras de heces se entregó los frascos recolectores estériles y se dieron las indicaciones necesarias a todos los niños de la institución, la forma correcta de tomar la muestra en sus respectivas casas. Finalmente se recogieron las muestras en el establecimiento educativo el día 28 de Enero del 2014 a las 7:00 a.m. e inmediatamente se trasladaron hacia el Centro de Salud de San José de Morona para el respectivo análisis.

2.5 recursos materiales

2.5.1 materiales para el análisis microbiológico del agua

- Bolsas Whirl pak estériles
- Coolers
- Balanza analítica
- Espátulas
- Guantes
- Tubos tapa rosca
- Pipetas 10ml
- Material de vidrio
- Lámparas de alcohol
- Estufa 35°C
- Baño María a 45°C
- Autoclave
- Refrigerador
- Agua destilada
- Alcohol 70%



- Alcohol 90%
- Caldo lauril sulfato triptosa (**Anexo G**)
- Caldo EC (**Anexo G**)

2.5.2 materiales para los análisis coproparasitarios

- Microscopio
- Porta y cubreobjetos
- Palillos
- Guantes
- Solución yodada (Lugol)
- Solución salina (Suero fisiológico)

2.6 técnica para el análisis microbiológico del agua: fermentación en tubos múltiples para miembros del grupo coliforme

2.6.1 fundamento

La determinación de microorganismos coliformes por el método del Número más Probable (NMP), se fundamenta en la capacidad de este grupo microbiano de fermentar la lactosa con producción de ácido y gas al incubarlos de 35°C a 37°C durante 48 h, utilizando un medio de cultivo que contenga sales biliares. Esta determinación consta de dos fases, la fase presuntiva y la fase confirmativa. Este número, basado en determinadas fórmulas de probabilidad, es un cálculo de la densidad media de coliformes en la muestra

- Fase presuntiva: en esta fase el medio de cultivo que se utiliza es el Caldo Lauril Sulfato el cual permite la recuperación de los microorganismos dañados que se encuentren presentes en la muestra y que sean capaces de utilizar a la lactosa como fuente de carbono.
- Fase confirmativa: la determinación del número más probable de microorganismos coliformes fecales se realiza a partir de los tubos positivos de la prueba presuntiva y se fundamenta en la capacidad de las bacterias para fermentar la lactosa y producir gas cuando son inoculados en Caldo EC (*Escherichia coli*) e incubados a una temperatura de 44.5°C por un



periodo de 24 a 48 h. ⁽¹⁵⁾

2.6.2 *procedimiento del análisis*

Los siguientes procedimientos son los que se desarrollan en el laboratorio de Sanitaria de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cuenca, basados en los Métodos normalizados: para el análisis de aguas potables y residuales. (APHA, AWWA, WPCF).

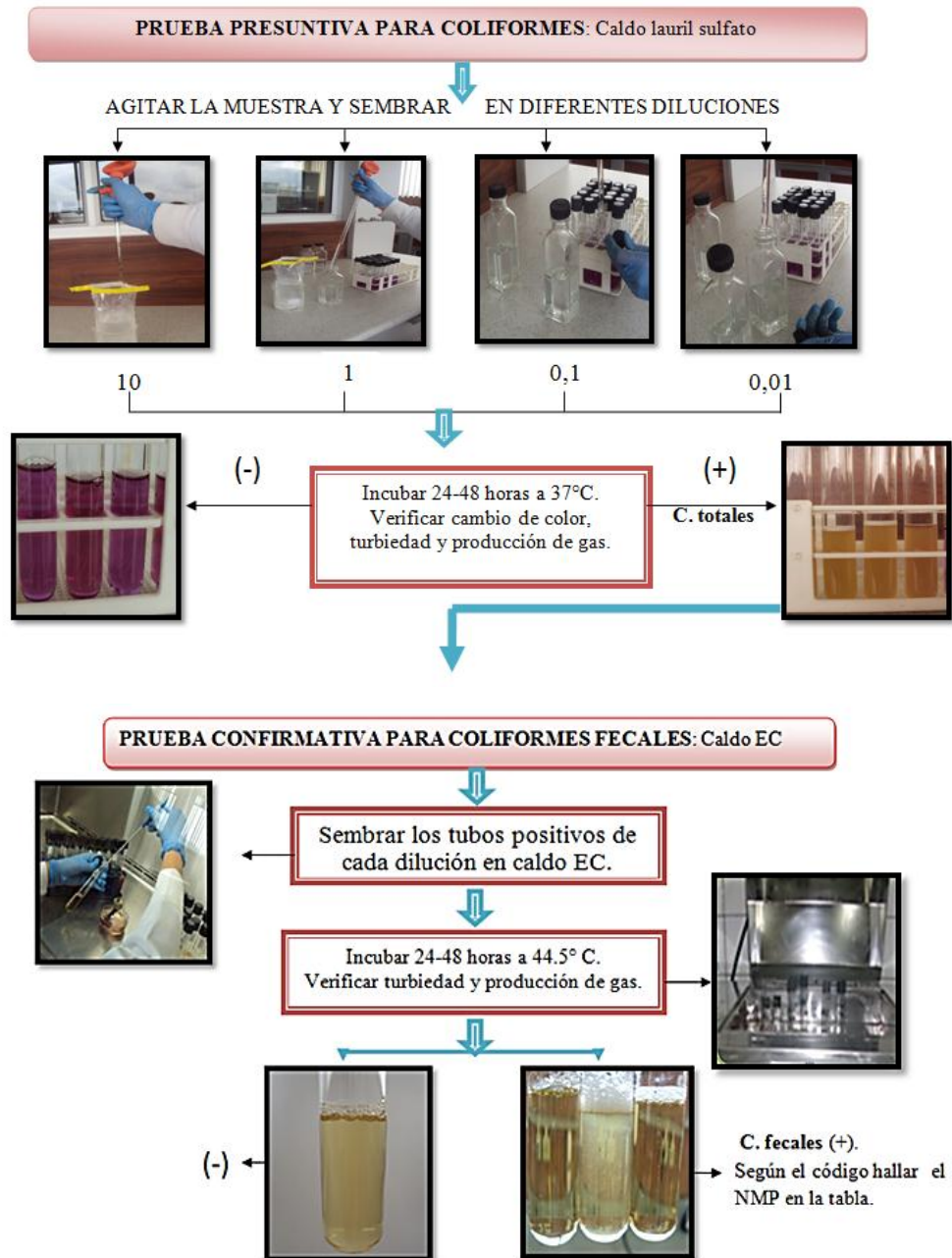


Figura 20: Esquema de procedimiento para coliformes totales y fecales usando LST y caldo EC

(Fuente: las autoras)



2.6.3 Cálculos de resultados

De acuerdo a los tubos positivos en las pruebas confirmativas para coliformes totales y fecales, se establecen los códigos correspondientes para calcular por referencia en las tablas estadísticas el NMP de Coliformes Totales y Fecales en 100 mL de agua. Cuando se utilicen más de tres diluciones en series de diluciones decimales, sólo se tomarán los resultados de tres de ellas para calcular el NMP. Para seleccionar las tres diluciones, elíjase la dilución más alta con resultado positivo y las dos anteriores. **(Anexo H)**

En caso de no encontrar en las tablas la combinación de tubos adecuada, emplear para los cálculos la siguiente ecuación de Thomas:

$$\text{NMP/100mL} = \frac{n^{\circ} \text{ de tubos positivos} \times 100\text{mL}}{\sqrt{(\text{mL de muestra en tubos negativos} \times \text{mL de muestra en todos los tubos})}}$$

Los resultados se reportan como UFC/100mL. ⁽¹⁵⁾

2.7 técnica para el análisis coproparasitario

2.7.1 fundamento

El método directo de observación en fresco se fundamenta en la detección de parásitos en pequeñas cantidades de heces, tanto si se trata de diminutos quistes protozoarios como de voluminosos huevos de helmintos mediante un frotis directo, utilizando solución salina para observar los parásitos en movimiento y el lugol para observar estructuras como núcleos además da una coloración café a huevos y larvas que facilita su identificación. ⁽¹⁶⁾

2.7.2 procedimiento del análisis

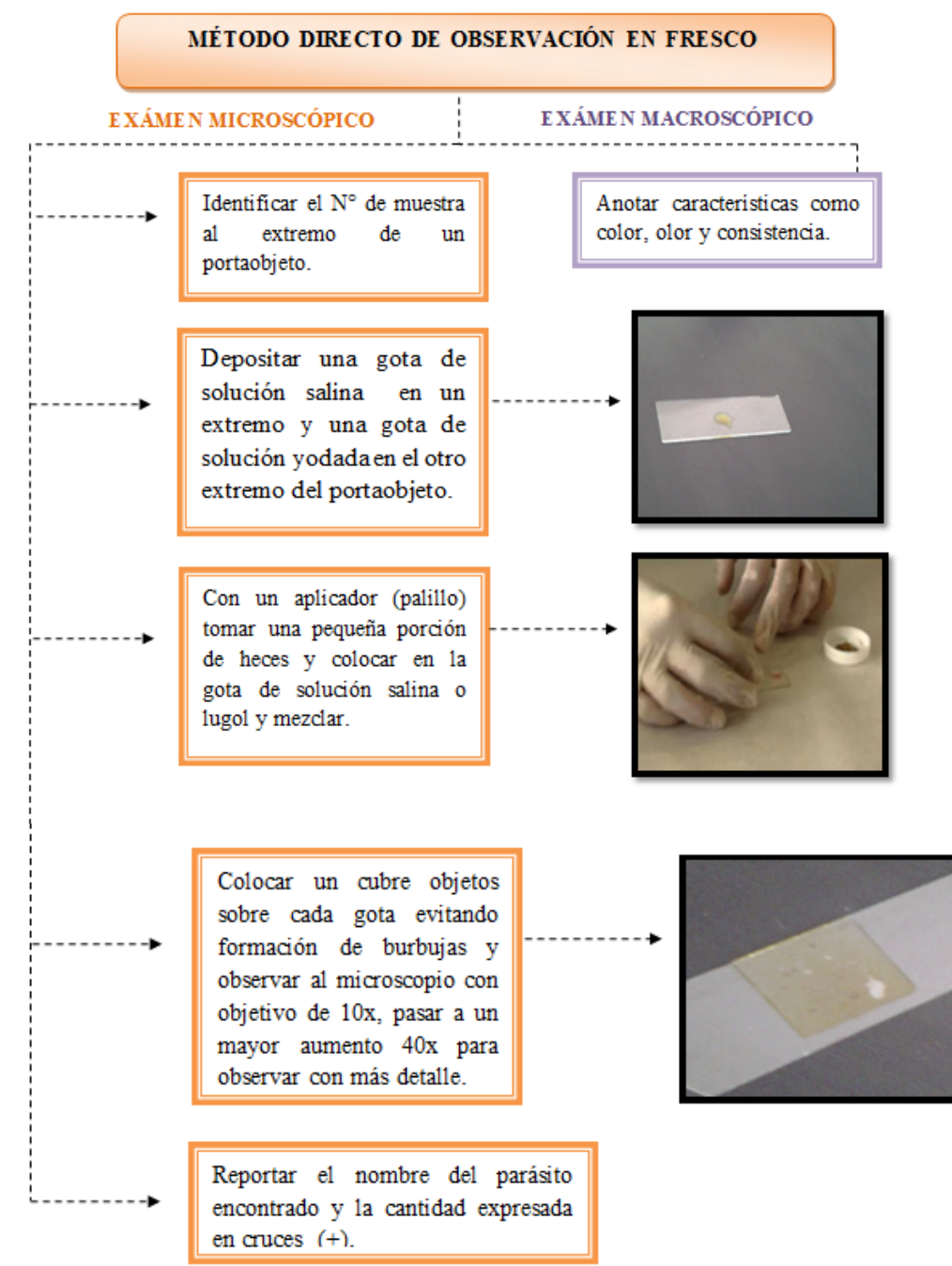


Figura 21: Esquema de procedimiento para análisis coproparasitario

(Fuente: las autoras)



2.8 manejo estadístico de los datos

Los resultados obtenidos fueron analizados mediante tablas y gráficos estadísticos utilizando el programa Excel para la interpretación de resultados.

Principalmente se realizaron comparaciones gráficas de cada sector con los resultados de coliformes totales y fecales. Con el promedio de cada sector se expresó en una sola gráfica la variación del grado de contaminación desde la planta hasta el punto final de la red de distribución.

En cuanto a la prevalencia parasitaria se representó el porcentaje de niños parasitados y de cada parásito encontrado, además se determinaron porcentajes de parasitosis según edad y género.



CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 determinación de coliformes totales y fecales mediante la técnica del número más probable (nmp) utilizando Ist y caldo ec.

3.1.1 planta de potabilización

De un total de 14 muestras tomadas en la planta (**Tabla 8**), 6 muestras corresponden a la temporada de verano y 6 muestras a invierno. Las dos últimas se analizaron como un dato adicional para evaluar la calidad del filtro frente a un intenso invierno, ya que la filtración es el único proceso de purificación del agua en esta planta.

Tabla 8: Datos de coliformes totales y fecales obtenidos en diferentes muestreos de la captación y planta de potabilización.

Puntos de Muestreo	Coliformes Totales (NMP/100mL)			Coliformes Fecales (NMP/100mL)		
	Verano	Invierno		Verano	Invierno	
	25/11/13	02/01/2014	20/01/2014	25/11/13	02/01/2014	20/01/2014
Captación	5400	9200	-----	63	94	-----
Entrada a la planta	9200	9200	9200	70	110	79
Salida del filtro	1700	2200	1200	32	40	48
Caseta de cloración	1700	2200	-----	34	46	-----
Tanque A	2100	2800	-----	33	48	-----
Tanque B(Salida)	2200	2800	-----	34	48	-----

En el **Gráfico 1**, se compara mediante curvas los valores de coliformes totales obtenidos de muestras analizadas en la captación y diferentes puntos de la planta de potabilización en época de verano e invierno, observándose que en

épocas lluviosas aumenta la carga bacteriana en la captación, debido al arrastre de sólidos y materia orgánica propios de la naturaleza. En los dos casos se presenta una considerable disminución de coliformes totales después de pasar por el filtro, posteriormente los valores tienden a aumentar ligeramente hasta la salida de la planta.

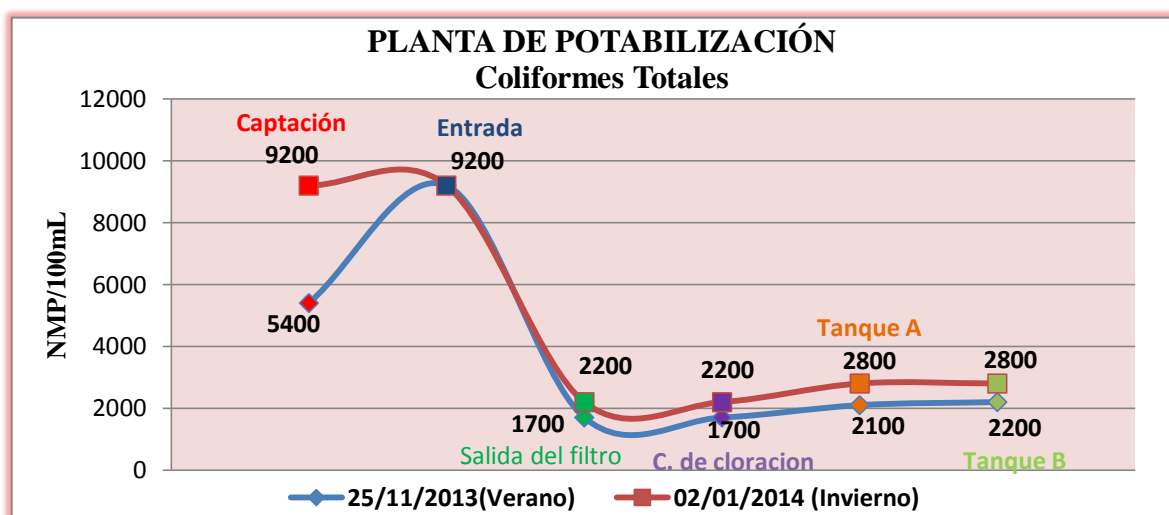


Gráfico 1: Variación de coliformes totales en la captación y diferentes puntos de la planta de potabilización en época de verano e invierno.

En el **Gráfico 2**, se comparan los valores de coliformes fecales obtenidos de muestras analizadas en la captación y diferentes puntos de la planta de potabilización en época de verano e invierno. Al igual que para coliformes totales los valores aumentan en temporada de lluvias.

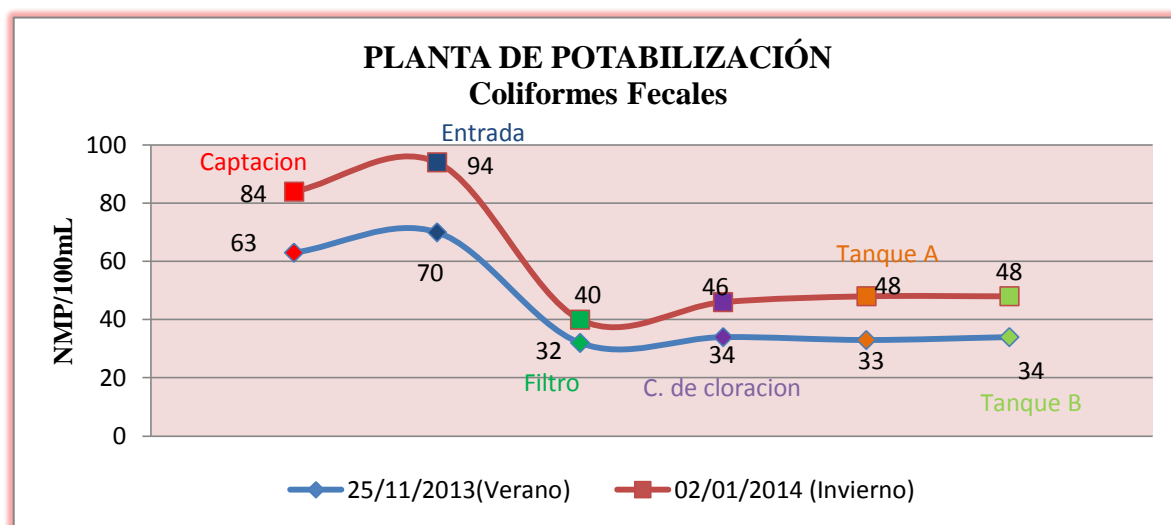


Gráfico 2: Variación de coliformes fecales en la captación y diferentes puntos de la planta de potabilización en época de verano e invierno.

Mediante visitas al lugar de captación se verificó que alrededor de la fuente existe poca actividad humana y agrícola, lo cual indica que la presencia de microorganismos se debe principalmente a los procesos biológicos propios del agua y a su entorno.

Según los estándares de calidad ambiental del agua, para una fuente de agua destinada para el consumo humano con valores iguales o superiores a 3000 NMP/100mL de coliformes totales y 2000 NMP/100mL para coliformes fecales es necesario su potabilización mediante tratamiento convencional que incluye captación, desarenación, floculación, sedimentación, filtración, desinfección, almacenamiento y distribución. ⁽¹⁷⁾ En el caso de la planta potabilizadora de San José de Morona se verificó que no se cumple con el tratamiento requerido, debido a que su diseño no cuenta con una unidad de floculación y la desinfección no se está realizando.

En la planta de tratamiento se comprobó que el agua que ingresa adquiere mayor contaminación durante su trayecto desde la captación. Esto puede deberse a múltiples roturas de la tubería sobre todo en los tramos elevados, con lo cual también se ve afectada la cantidad de agua que ingresa a la planta

y como consecuencia hay escasez de agua para la población.

3.1.1.1 Evaluación de la eficiencia del filtro

En la siguiente gráfica se representan los resultados obtenidos de coliformes totales en tres muestreos diferentes en la entrada y salida del agua del filtro a manera de evaluación de su eficiencia, considerando que las dos últimas fechas de muestreo corresponden a épocas de invierno. Los valores de coliformes totales en la entrada de la planta son iguales en las dos estaciones, aunque en verano la carga microbiana en la captación fue menor, las múltiples fugas en la tubería de conducción posiblemente provocaron un aumento de contaminación hasta la llegada del agua a la planta mientras que para la época de invierno las tuberías de conducción fueron reparadas.

De manera general el filtro funciona con la misma capacidad tanto en verano como en invierno, y en el último muestreo se obtuvo el valor más bajo en carga microbiana después de que el agua pase por el filtro debido a una previa limpieza del mismo (**Gráfico 3**).

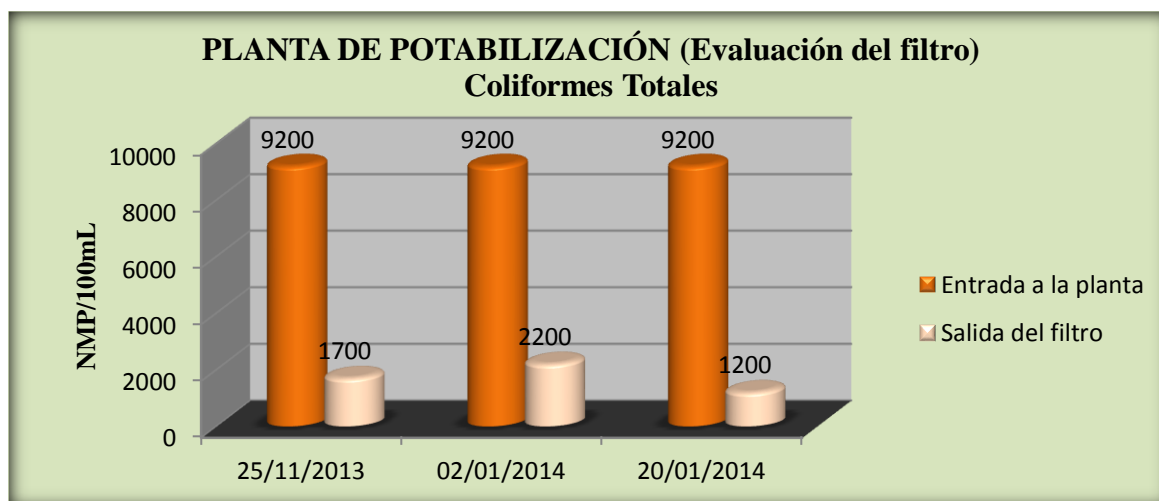


Gráfico 3: Evaluación del filtro con respecto a coliformes totales en diferentes fechas de muestreo.

En los tres casos, el filtro disminuye aproximadamente a la mitad la carga inicial de coliformes fecales, pero a pesar de los cambios climáticos el agua no

presenta gran variación en su carga bacteriana, siempre que se dé el correcto mantenimiento del filtro (**Gráfico 4**).

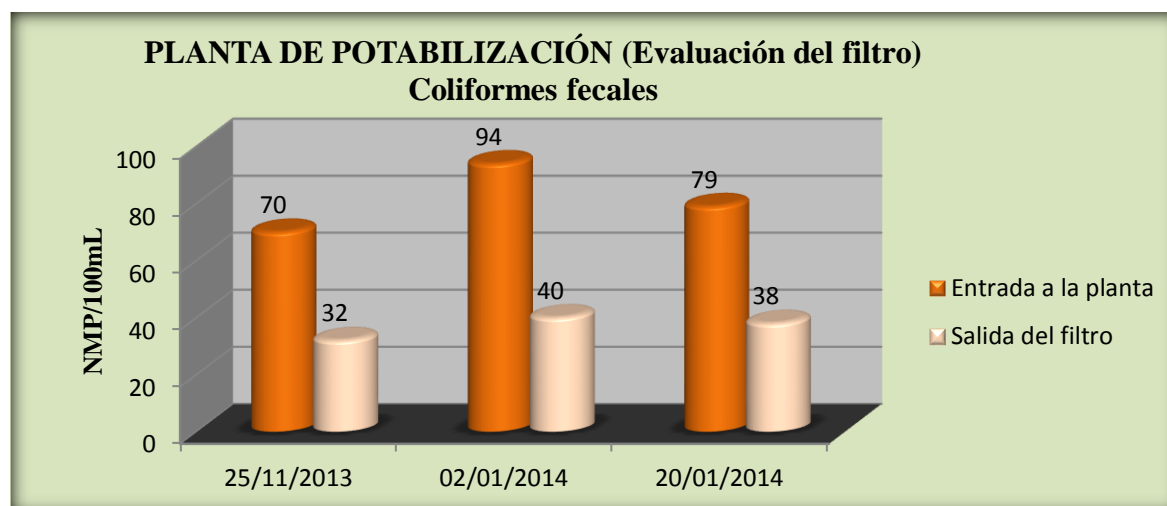


Gráfico 4: Evaluación del filtro con respecto a coliformes fecales en diferentes fechas de muestreo.

El proceso de filtración disminuye en gran medida la carga microbiana, sin embargo después de este proceso los valores continúan excediendo el rango permitido en la norma NTE INEN 1108:2014, la causa principal es la gran carga microbiana especialmente en coliformes totales con la que el agua ingresa a la planta, la cual no es eliminada con el proceso de filtración. Todo esto se debe a que la desarenación, tratamiento previo a la filtración es insuficiente y la falta del proceso de floculación que es esencial en un tratamiento de potabilización del agua.

Otro de los grandes problemas de esta planta se ve reflejado en la falta de desinfección a pesar de existir una caseta de cloración. De esta manera la población consume agua únicamente filtrada.

Los tanques de almacenamiento también juegan un papel importante en la posterior contaminación del agua ya que elevan su temperatura de 26 a 33°C facilitando la proliferación de los microorganismos coliformes. El ingreso de anfibios, roedores, insectos a estos tanques, contribuyen a la contaminación

inicial del agua antes de su ingreso a la red de distribución.

3.1.2. Comunidad shakaime

Los resultados de coliformes totales y fecales en los inmuebles de la comunidad Shakaime se presentan a continuación.

Tabla 9: Datos de coliformes totales y fecales en inmuebles de la comunidad Shakaime.

N° de muestreo	Coliformes totales (NMP/100mL)	Coliformes fecales (NMP/100mL)
25/11/2013	2200	39
27/11/2013	2400	33
02/12/2013	2800	39
09/12/2013	2400	34

Shakaime es la comunidad más cercana a la planta de potabilización, por tanto es la primera en abastecerse de agua, sin embargo ya existe un pequeño aumento de coliformes totales con respecto a los obtenidos a la salida de la planta de potabilización (**Gráfico 5**).

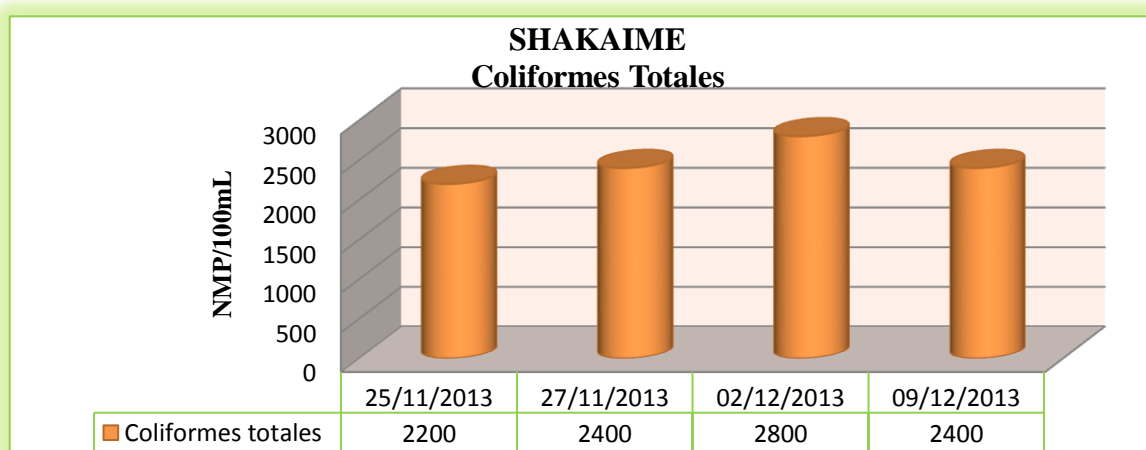


Gráfico 5: Variación de coliformes totales en la comunidad Shakaime.

Los coliformes fecales también presentan variación de sus resultados en los diferentes muestreos, pero siempre superiores a los obtenidos a la salida de la

planta de potabilización (**Gráfico 6**).

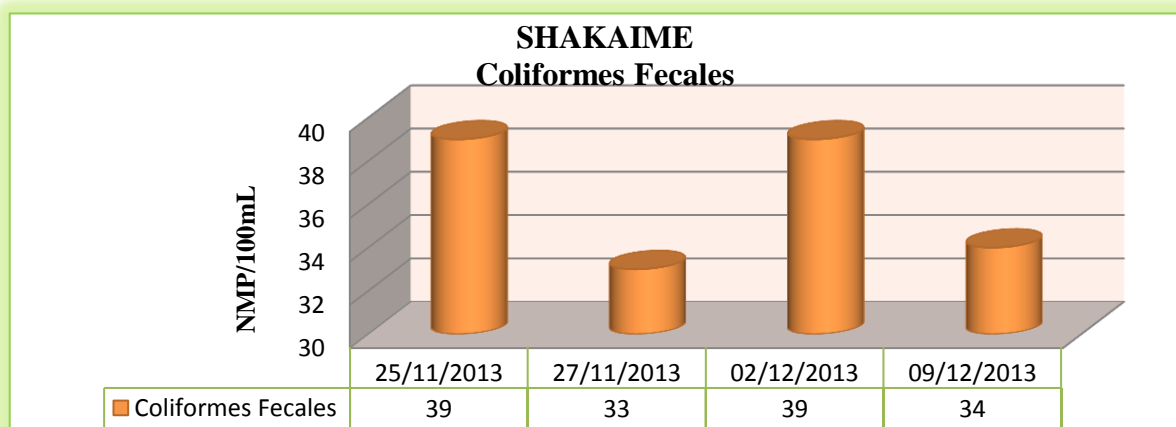


Gráfico 6: Variación de coliformes fecales en la comunidad Shakaim.

3.1.3 comunidad puerto morona

En Puerto Morona se analizaron 8 muestras tomadas de los inmuebles en diferentes fechas de muestreo. Los resultados obtenidos en Puerto Morona no presentan gran variabilidad con relación a la comunidad Shakaim (**Tabla 10**).

Tabla 10: Datos de coliformes totales y fecales de los inmuebles en Puerto Morona.

N° de muestreo	Coliformes totales (NMP/100mL)	Coliformes totales (NMP/100mL)
27/11/2013	2100	40
02/12/2013	2400	38
09/12/2013	2400	47
11/12/2013	3500	34
16/12/2013	2100	40
18/12/2013	2800	34
02/01/2014	2400	32
06/01/2014	3500	49

De los resultados obtenidos para coliformes totales, 6 presentan valores similares mientras que los 2 restantes están sobre un rango de 3000 NMP/100mL (**Gráfico 7**), esto puede deberse a pequeñas fugas en la tubería y

maltrato de las mismas debido a que las llaves domiciliarias se encuentran generalmente en el exterior de las viviendas.

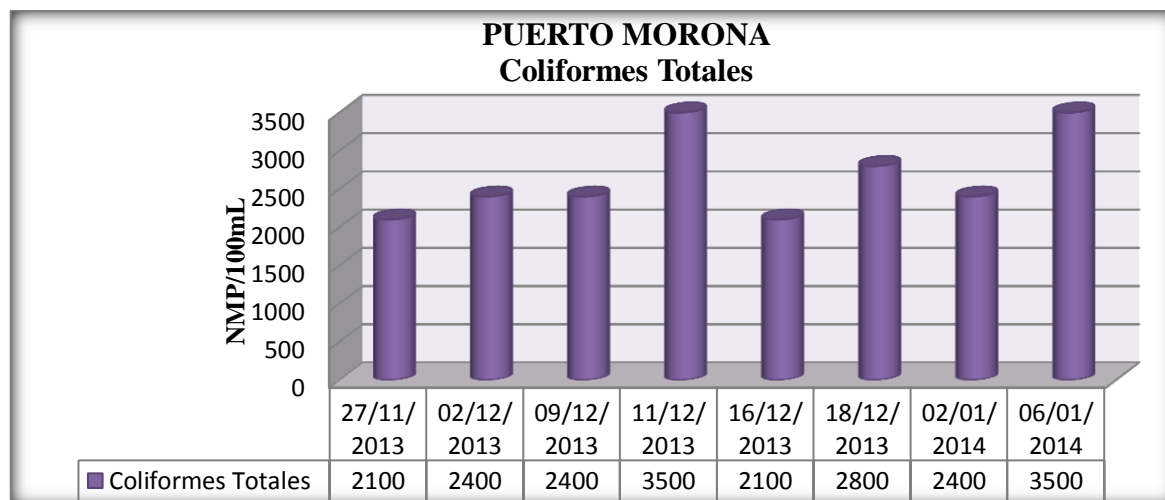


Gráfico 7: Variación de coliformes totales en la comunidad Puerto Morona.

Al igual que para coliformes totales los resultados de coliformes fecales varían unos de otros por las mismas razones obteniéndose resultados por sobre los 40 NMP/100mL (**Gráfico 8**).

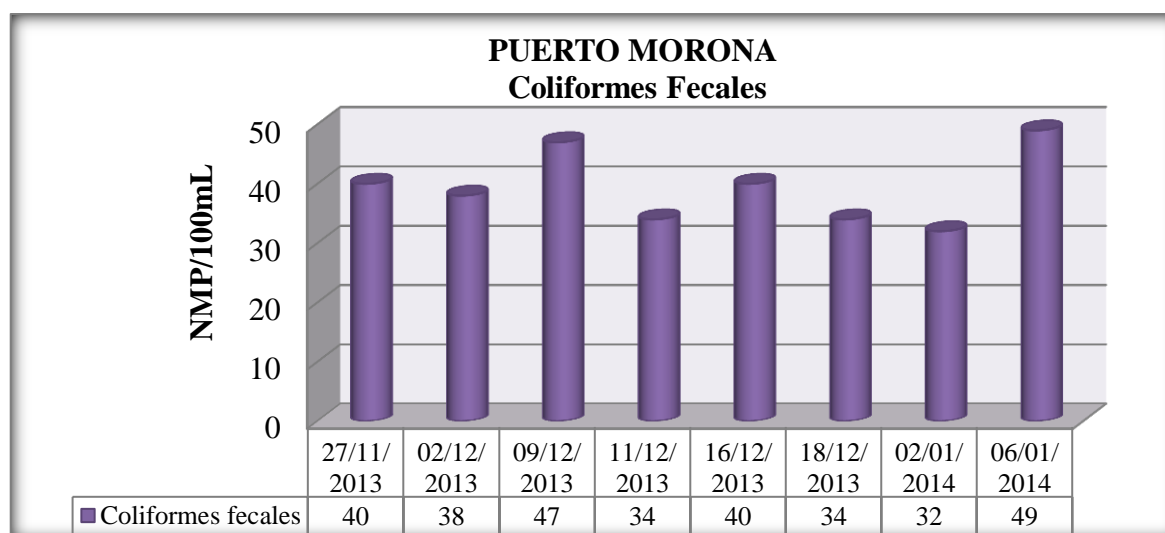


Gráfico 8: Variación de coliformes fecales la comunidad Puerto Morona.

Según los resultados obtenidos, en las comunidades de Shakaime y Puerto Morona la carga bacteriana aumenta a medida que la red se aleja de la planta, teniendo un valor inicial para coliformes totales en la salida de la planta de



2200 NMP/100mL, en Shakaime alcanza valores de 2800 NMP/100mL y en Puerto Morona el valor máximo obtenido fue de 3500 NMP/100mL. Para coliformes fecales partimos de 34 NMP/100 mL a la salida de la planta elevándose hasta 49 NMP/100mL en Puerto Morona. Este aumento puede deberse a los constantes cortes, tuberías en mal estado y cambios climatológicos que aumentan o disminuyen la temperatura del agua favoreciendo la multiplicación de los microorganismos presentes.

3.1.4. *Parroquia san José de morona (cabecera parroquial)*

En el centro de la Parroquia San José De Morona se tomaron 40 muestras de los inmuebles porque aquí se concentra el mayor porcentaje de población abastecida del agua proveniente de esta planta de potabilización. A diferencia de las dos comunidades anteriores por cada muestreo se tomaron entre tres o cuatro muestras y con fines prácticos se calculó el promedio de los resultados obtenidos de coliformes totales y fecales de cada muestreo (**Tabla 11**).

Tabla 11: Promedio de datos obtenidos en cada muestreo para coliformes totales y fecales en el centro de San José de Morona.

N° Muestreo	Coliformes totales (NMP/100mL)	Coliformes fecales (NMP/100mL)
27/11/2013	4400	48
02/12/2013	4766	50
09/12/2013	4650	50
11/12/2013	4850	51
16/12/2013	7300	85
18/12/2013	4650	49
02/01/2014	4375	35
06/01/2014	7300	68
08/01/2014	4000	42
13/01/2014	4800	52

En San José de Morona se evidencia notablemente el aumento de

contaminación. Los resultados de coliformes totales en su mayoría se elevan por sobre los 4000 NMP/100mL, pero como se observa en el **Gráfico 9**, existen dos datos de 7300 NMP/100mL que corresponden a muestreos tomados después de haber cortes de agua.

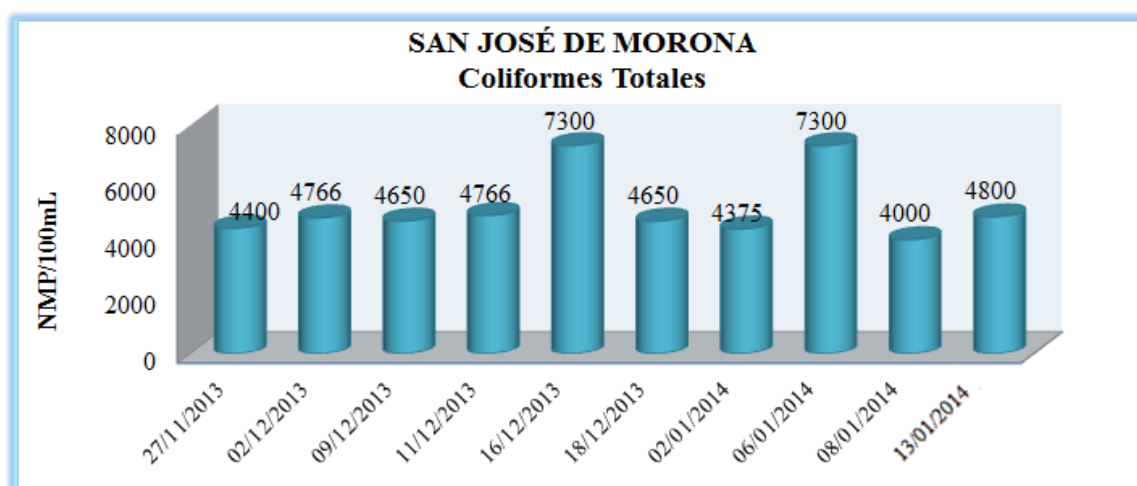


Gráfico 9: Variación de coliformes totales en el centro de San José de Morona.

El **Gráfico 10**, indica que los resultados de coliformes fecales también se incrementan y coinciden con los coliformes totales, obteniéndose los picos más altos en las mismas fechas de muestreo a causa de los cortes de agua.

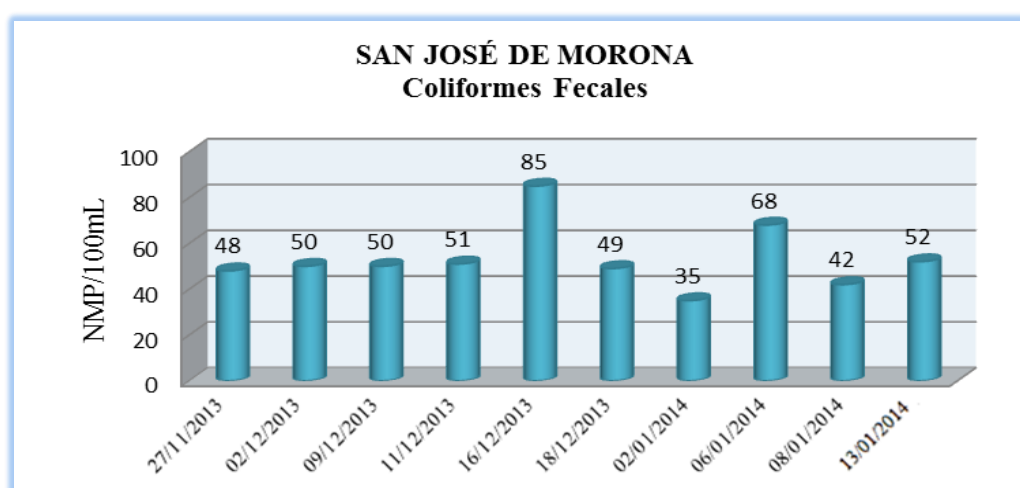


Gráfico 10: Variación de coliformes fecales en el centro de San José de Morona.



3.1.5. Comunidad la unión

En la comunidad La Unión se tomaron 28 muestras de los inmuebles, de las cuales también se realizó un promedio de los resultados de cada muestreo para coliformes totales y fecales (**Tabla 12**).

Tabla 12: Promedio de coliformes totales y fecales de cada muestreo en el sector La Unión.

N° Muestreo	Coliformes totales (NMP/100mL)	Coliformes fecales (NMP/100mL)
27/11/2013	4450	66
02/12/2013	6750	42
09/12/2013	4850	54
11/12/2013	4133	60
16/12/2013	10200	89
18/12/2013	6300	47
02/01/2014	4400	35
06/01/2014	7933	64
08/01/2014	5666	50
13/01/2014	5600	51

La Unión es el punto final de la red de distribución, por tal razón presenta el mayor grado de contaminación con un promedio de 10.200 NMP/100mL como máximo encontrado coincidiendo con las fechas de muestreo en las que existieron cortes de agua (**Gráfico 11**).

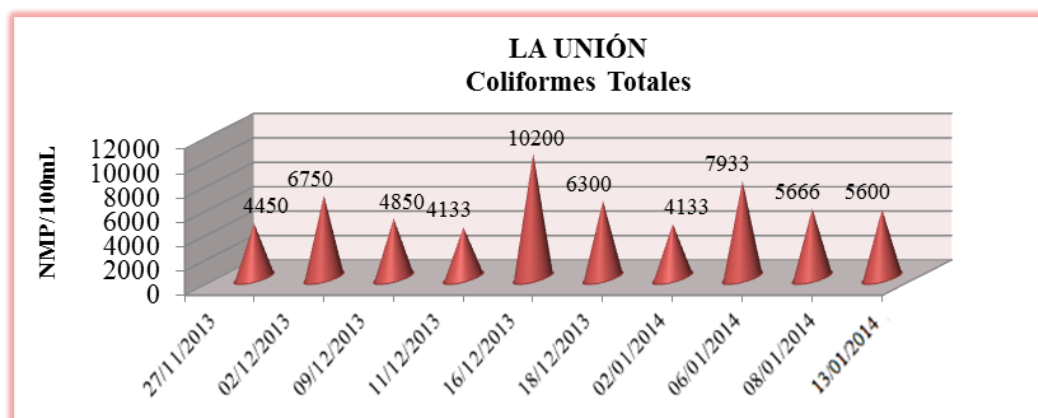


Gráfico 11: Variación de coliformes totales en el sector La Unión.

Con la siguiente gráfica se indica que los coliformes fecales también se incrementaron frente a los cortes de agua con un promedio máximo de 89 NMP/100ml (**Gráfico 12**).

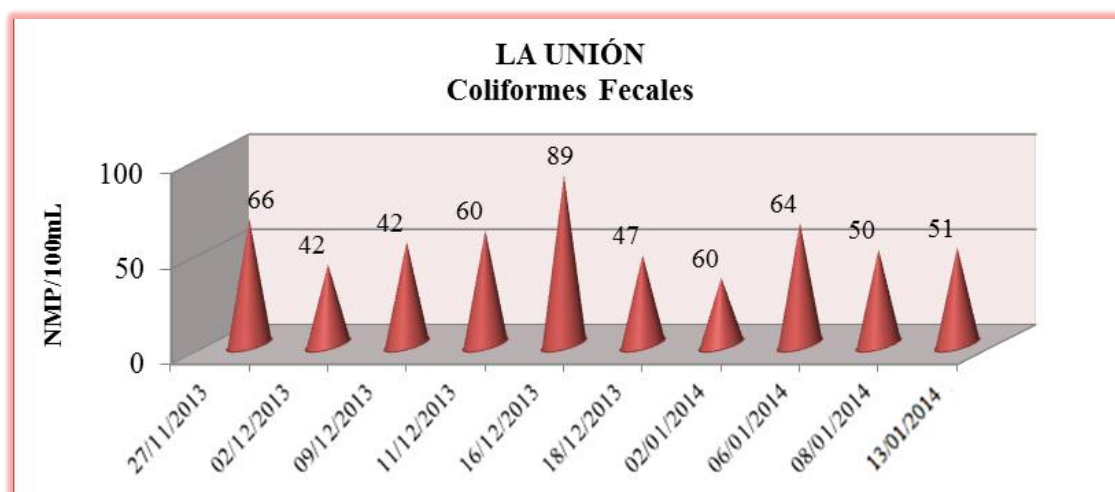


Gráfico 12: Variación de coliformes fecales en el sector La Unión.

En el centro de San José de Morona y La Unión se presentan los picos más altos de contaminación bacteriana debido a múltiples factores. La principal problemática es la existencia de antiguos sistemas de abastecimiento de agua, provenientes de pozos subterráneos que no reciben tratamiento alguno y que actualmente continúan funcionando frente a los continuos cortes de agua en la planta, lo cual provoca mezcla de aguas debido a que las mismas redes de distribución domiciliaria son utilizadas para los dos sistemas de abastecimiento. Todo esto junto con las deplorables condiciones de las tuberías aumenta



notablemente la contaminación.

3.1.6. *Variación de coliformes totales y fecales en puntos importantes del sistema de abastecimiento de agua.*

Para observar la variación de resultados de coliformes totales y fecales desde la captación hasta el punto final de la red de distribución, se tomaron en cuenta los datos obtenidos en la entrada y salida de la planta de potabilización y los promedios de cada comunidad muestreada (**Tabla 14**). (**Anexo I, Anexo J**)

Tabla 13: Promedios de coliformes totales y fecales en cada sector incluido puntos importantes de la planta.

Puntos de muestreo	Coliformes totales (NMP/100mL)	Coliformes fecales (NMP/100mL)
Entrada a la planta	9200	70
Salida de la planta	2200	34
Shakaime	2450	36
Puerto Morona	2475	37
San José de Morona	5100	53
La Unión	6085	56

En el **Gráfico 13** se resume la variación de resultados de coliformes totales a lo largo del sistema de agua. Mediante el proceso de filtración se disminuye en gran proporción la contaminación inicial logrando disminuir de 9200 NMP/100mL a 2200 NMP/100mL pero a medida que la red de distribución se aleja de la planta existe una recontaminación incrementando los valores hasta un promedio de 6.085 NMP/100mL de coliformes totales.

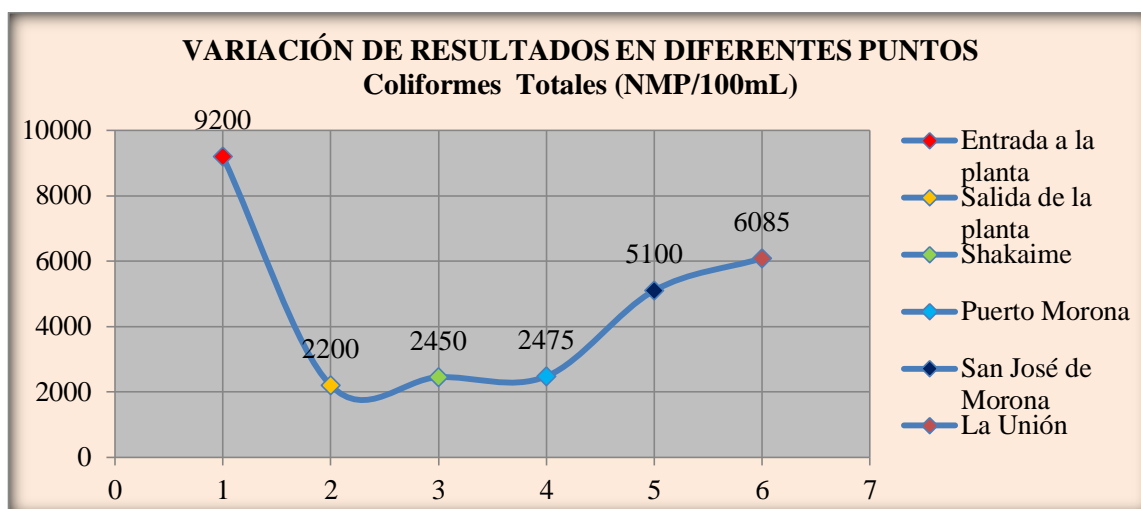


Gráfico 13: Variación de coliformes totales a lo largo del sistema de agua

En la presente gráfica se sintetizan los resultados de coliformes fecales a lo largo del sistema de agua. Mediante el proceso de filtración se disminuye de 70 NMP/100mL a 34 NMP/100mL y al igual q en el caso anterior ocurre una recontaminación incrementando los valores hasta un promedio de 56 NMP/100mL en la comunidad La Unión (**Gráfico 14**).

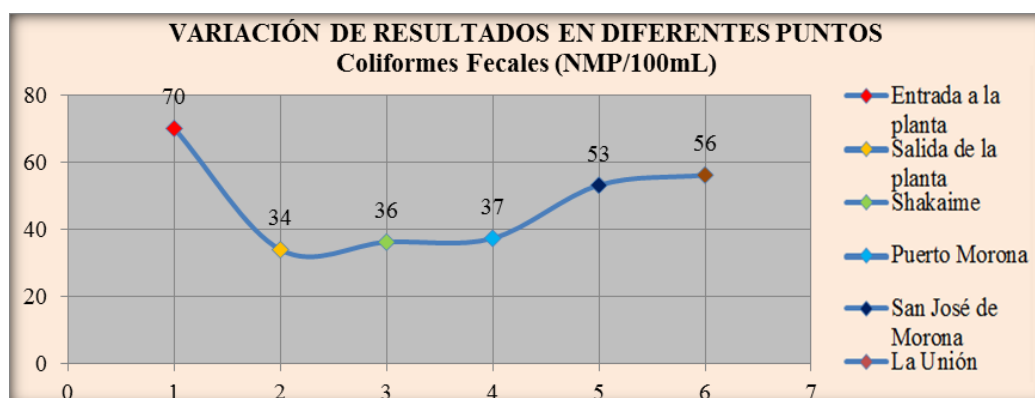


Gráfico 14: Variación de coliformes fecales a lo largo del sistema de agua.

Debido a la ausencia del proceso de desinfección del agua en esta planta de potabilización, el proceso de filtración no es suficiente para obtener una agua de calidad para consumo humano que cumpla con los requisitos del agua potable establecidos en la NTE INEN 1108:2014 que señala como máximo un



valor <1.1 UFC/100mL para coliformes fecales.

Cabe mencionar que en la provincia de Morona Santiago, los municipios se encargan de la administración y mantenimiento del agua potable en los centros cantonales; mientras que en las áreas rurales las juntas administradoras de agua potable prestan sus servicios a parroquias y comunidades, en donde la mayoría sobreviven a su suerte en condiciones de abandono debido a niveles de tarifas muy bajas y el descuido de las fuentes. ⁽¹⁸⁾

3.2. Análisis parasitológico de los niños de la unidad educativa “real audiencia de quito” de san josé de morona

En la **Tabla 14**, se representa el número de muestras positivas para cada parásito además de su porcentaje, clasificados en helmintos y protozoarios con el fin de conocer y diferenciar de mejor manera los agentes etiológico encontrados. De las 105 muestras de heces analizadas 29 resultaron negativas. (**Anexo K, Anexo L**)

Tabla 14: Porcentaje de parásitos encontrados en niños de la Unidad Educativa “Real Audiencia de Quito”.

PARÁSITO	N° muestras positivas	PORCENTAJE (%)
Helmintos		
<i>Áscaris lumbricoides</i>	14/105	13,3
<i>Trichuris trichiura</i>	3/105	2,8
<i>Hymenolepis nana</i>	2/105	1,9
Protozoarios		
<i>Giardia lamblia</i>	9/105	8,5
<i>Entamoeba histolytica/E.dispar</i>	33/105	31,4
<i>Entamoeba coli</i>	44/105	41,9
<i>Iodamoeba bütschlii</i>	16/105	15,2
<i>Chilomastix mesnili</i>	8/105	7,6
<i>Endolimax nana</i>	2/105	1,9
Negativo	29/105	27,7

En los niños de la Unidad Educativa “Real Audiencia de Quito” se determinó que los parásitos de mayor prevalencia pertenecen al género de los protozoos, de los que se destacan: *Entamoeba histolytica*/E. *dispar* con 31,4%, *G. lamblia* con 8,5% entre los patógenos y *Entamoeba coli* con el 41,9% como no patógeno. De los helmintos predominan *Áscaris lumbricoides* con el 13,3 % y *Trichuris trichiura* con el 2,8% (**Gráfico 15**).

La mayor prevalencia de protozoos que se refleja en nuestro estudio se debe a que estos están más relacionados con la ausencia de servicios de agua potable y de desagüe, mientras que los helmintos están asociados principalmente a la presencia de animales domésticos y contacto con la tierra. Esto coincide con la investigación realizada en escolares de primaria de Santiago de Surco, Lima-Perú, lugar con bajas condiciones socioeconómicas y agua de mala calidad, en donde se encontró que el 56% de parasitosis corresponden a protozoos. ⁽¹⁹⁾

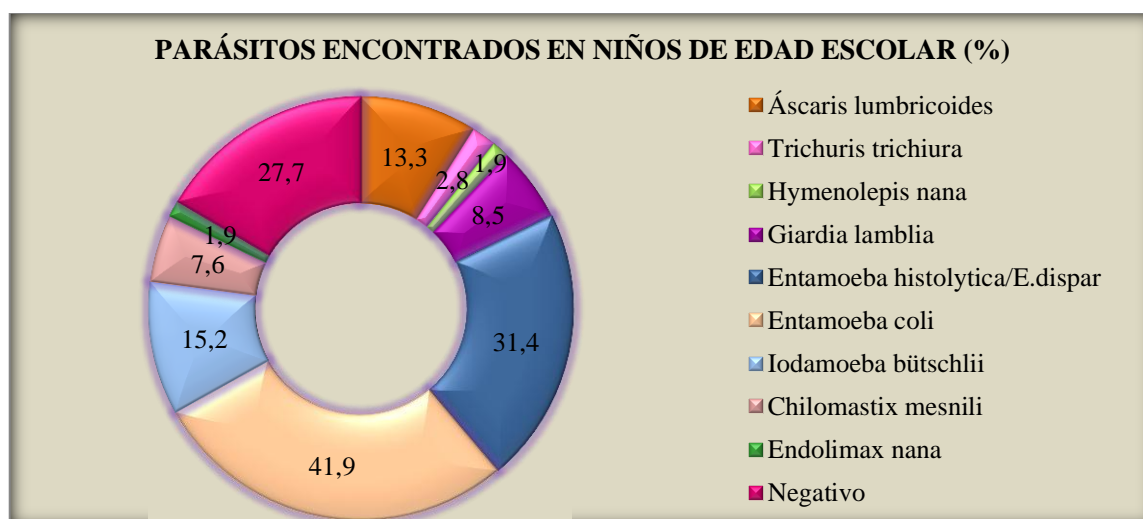


Gráfico 15: Porcentaje de cada parásito encontrado en los niños de la Unidad Educativa “Real Audiencia de Quito”.

En un estudio realizado en 1049 escolares de entre 6 a 15 años en comunidades nativas del Alto Marañón, Amazonas, Perú, el orden de la prevalencia de los protozoos y helmintos intestinales hallados fueron similares a nuestro estudio predominando *Entamoeba coli* 58,0%; *Entamoeba*



histolytica/dispar 21,4%; Giardia lamblia 12,9%; Ascaris lumbricoides 28,9%; Trichuris trichiura 16,6%. El Alto Marañon y el cantón Tiwintza comparten características climatológicas y socioeconómicas, debido a que las dos zonas se encuentran en la frontera entre Ecuador y Perú. Cabe destacar la carencia de agua potable en los dos sectores, además los servicios básicos son aun más deficientes en el Alto Marañon, lo cual explica mayores porcentajes de parasitosis. ⁽²⁰⁾

Para establecer de manera general la prevalencia de parasitosis en esta unidad educativa se calculó el porcentaje de niños monoparasitados, biparasitados, poliparasitados y no parasitados (**Tabla 15**).

Tabla 15: Porcentaje de niños monoparasitados, biparasitados, poliparasitados y no parasitados.

Categoría	Nº casos	Porcentaje (%)
Niños monoparasitados	32/105	30,4
Niños biparasitados	32/105	30,4
Niños poliparasitados	12/105	11,5
Niños no parasitados	29/105	27,7

Según los resultados expresados en el **Gráfico 16**, predominan el monoparasitismo y biparasitismo con el 30,4%. Aunque, el 27,70% no presentó parasitosis, no se puede tomar como un valor definitivo ya que los exámenes coproparasitarios se realizaron una sola vez debido a la época de vacaciones escolares.

CASOS DE NIÑOS PARASITADOS Y NO PARASITADOS (%)



Gráfico 16: Porcentaje de niños no parasitados y aquellos en los que se encontraron uno o más parásitos.

En la parroquia San José de Morona las parasitosis son una de las 10 principales enfermedades que predominan en la población. Esta clase de morbilidad representa el 14,43% de los enfermos registrados en el Centro de Salud de la parroquia y los principales factores de riesgo para la salud siguen siendo los relacionados con el hacinamiento en las viviendas, la contaminación ambiental, la mala calidad del agua, las deficiencias nutricionales.

En la **Tabla 16** se da a conocer el número de casos y las principales asociaciones parasitarias encontradas en los niños.

Tabla 16: Principales asociaciones parasitarias encontradas en los niños de la Unidad Educativa “Real Audiencia de Quito”

Asociaciones parasitarias	N° casos	Porcentaje (%)
<i>A. lumbricoides</i> + <i>T. trichiura</i> + <i>E. histolytica</i> / <i>E. dispar</i>	3/105	2.8
<i>A. lumbricoides</i> + <i>E. histolytica</i> / <i>E. dispar</i> + <i>E. coli</i>	2/105	1.9
<i>A. lumbricoides</i> + <i>E. histolytica</i> / <i>E. dispar</i>	2/105	1.9
<i>A. lumbricoides</i> + <i>E. coli</i>	3/105	2.8
<i>H. nana</i> + <i>E. histolytica</i> / <i>E. dispar</i>	1/105	0.9

<i>H. nana</i> + <i>E. coli</i>	1/105	0.9
<i>G. lamblia</i> + <i>E. coli</i>	3/105	2.8
<i>E. histolytica</i> / <i>E. dispar</i> + <i>E. coli</i> + <i>I. bütschlii</i>	6/105	5.7
<i>E. histolytica</i> / <i>E. dispar</i> + <i>E. coli</i>	7/105	6.6

Entre las principales asociaciones parasitarias se destacan las conformadas con amebas, como es el caso de *E. histolytica*/*E. dispar* + *E. coli* con 6,6%, *E. histolytica*/*E. dispar* + *E. coli* + *I. bütschlii* con 5,7 % y por el grado de patogenicidad se destacan *A. lumbricoides* + *T. trichiura* + *E. histolytica*/*E. dispar* con 2,8% e *Hymenolepis nana* + *Entamoeba histolytica*/*E. dispar* con 0,9%. **(Gráfico 17).**

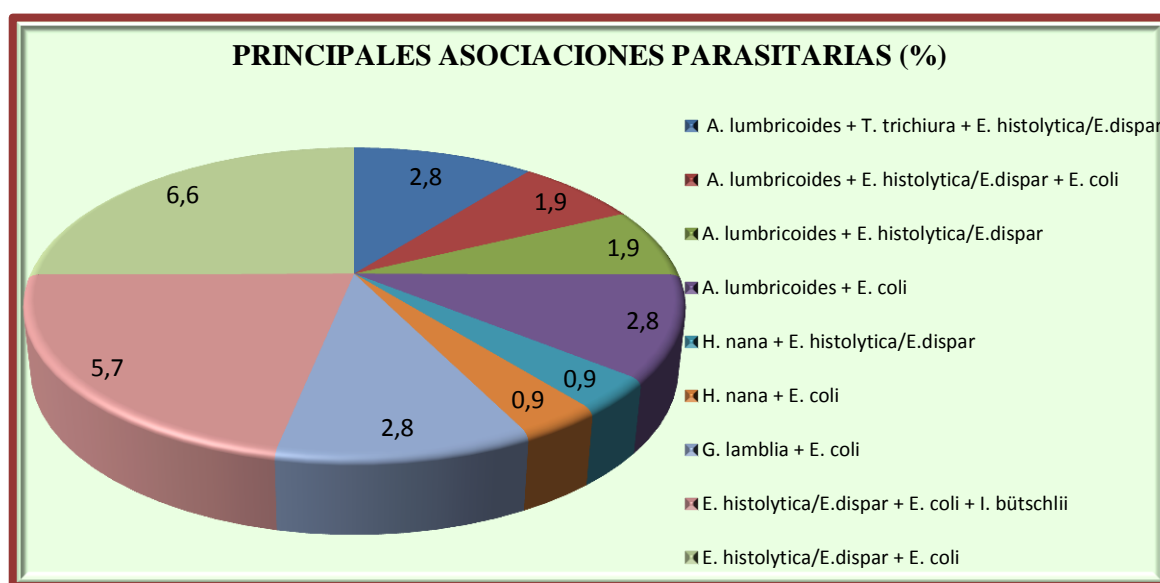


Gráfico 17: porcentaje de las principales asociaciones parasitarias encontradas en los niños de la Unidad Educativa “Real Audiencia De Quito”

Según la edad de los niños que formaron parte de este estudio se dividió en dos grupos, uno de 5 a 8 años y otro de 9 a 11 años, obteniéndose los siguientes resultados **(Tabla 17).**

Tabla 17: Porcentaje de parasitosis dependiendo de la edad en los niños de la Unidad Educativa Real Audiencia e Quito”

Edad (Años)	N° examinados	N° infectados	Porcentaje (%)
5-8	50	37	74
9-11	55	39	70

En el **Gráfico 18**, se aprecia una diferencia del 4% entre los dos grupos de edad, siendo los de menor edad los más parasitados. Pero en general los niños de edad escolar son vulnerables a contraer cualquier enfermedad que en este caso a mas de asociarse con el agua de consumo, también se debe a hábitos alimenticios, higiene personal y sobre todo al tratarse de una zona rural amazónica, sus viviendas, escuela y espacios de recreación no son infraestructuras modernas por tanto los niños están en continuo contacto con la tierra, agua estancada, animales y la propia naturaleza mientras juegan o realizan otras actividades.

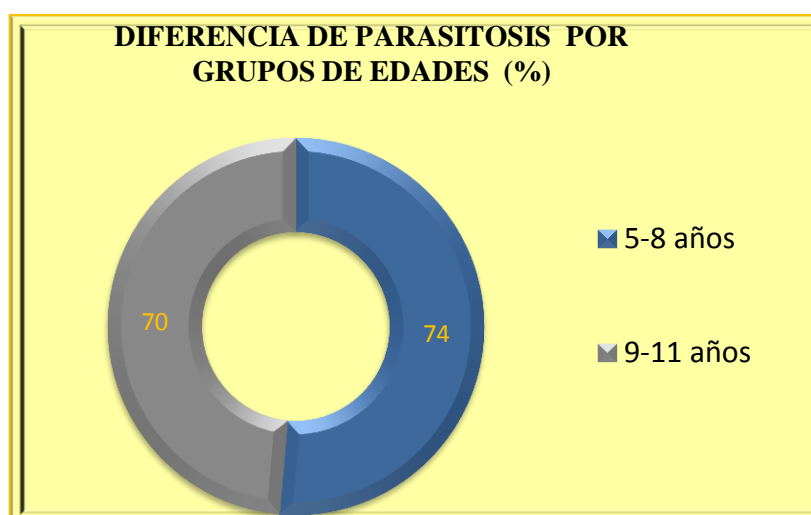


Gráfico 18: Porcentaje de parasitosis por grupos de edad en los niños de la Unidad Educativa Real Audiencia e Quito”

También se ha calculado el porcentaje de parasitosis entre hombres y mujeres para conocer la variación por género (**Tabla 18**).

Tabla 18: Porcentaje de parasitosis por género en alumnos de la Unidad

Educativa “Real audiencia de Quito”

	N° examinados	N° infectados	Porcentaje (%)
Niños	56	43	76
Niñas	49	33	67

Aparentemente se observa una mayor prevalencia de parasitosis en los niños, con una mínima diferencia del 9% con respecto a la prevalencia en niñas. **(Gráfico 19).**

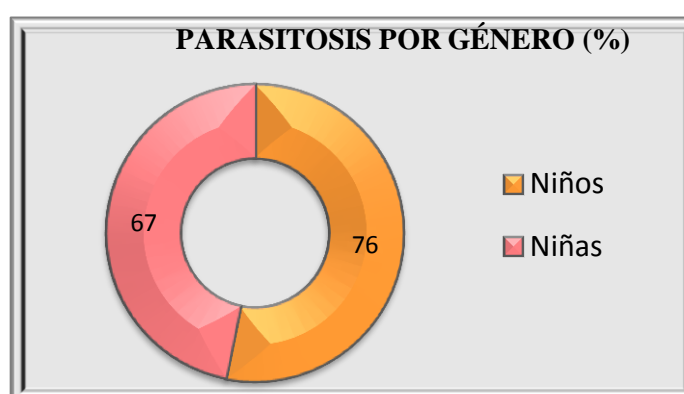


Gráfico 19: Porcentaje de parasitosis por género en niños y niñas de la Unidad Educativa “Real audiencia de Quito”

Según estudios no se ha encontrado una relación significativa entre el género y la presencia o no de parásitos. La exposición a los parásitos es semejante en los dos géneros ya que los hábitos alimenticios son similares así como las oportunidades de infestación más bien podría deberse a factores ocupacionales y de comportamiento y no a una susceptibilidad inherente al género.⁽²¹⁾

En un estudio realizado por el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (Unicef) en 2007, Tiwintza cantón al que pertenece la parroquia San José de Morona sacó 3 sobre 10 en el índice de cumplimiento de los derechos de los niños y adolescentes. La nota más baja del país. Pero la pobreza en este punto geográfico no solo tiene rostro infantil. Usando el índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) se determinó que el 68% de los 5.000 habitantes



de Tiwintza son deficientes en vivienda, educación, servicios sanitarios y capacidad económica. La mitad de los niños y niñas menores de cinco años sufre de enfermedades gastrointestinales. Esto lo convierte en el cantón más pobre del Ecuador. ⁽²²⁾



4. CONCLUSIONES

- Culminado el análisis concluimos que el agua proveniente de la Planta de Potabilización que abastece a la parroquia San José de Morona y sus comunidades: Shakaime, Puerto Morona y La Unión, no cumple con los parámetros microbiológicos de coliformes totales y fecales establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108:2014, desde este punto de vista, el agua no es apta para el consumo humano.
- Se determinó la prevalencia de parasitosis en niños de la comunidad. Los exámenes coproparasitarios, aportaron los siguientes datos: 72,70% de niños resultaron parasitados. Entre los protozoos patógenos encontrados predomina *Entamoeba histolytica* y *Giardia lamblia*, entre los helmintos predomina *Ascaris lumbricoides* y *Trichuris trichiura*.
- Al determinar que el agua no es de buena calidad se puede deducir que las parasitosis están relacionadas con el uso y consumo de la misma ya que es uno de los principales vehículos de transmisión de enfermedades parasitarias, pero también las parasitosis están asociadas a otros factores como: la falta de higiene, hábitos alimenticios, factores climáticos y la falta de información a la comunidad sobre los riesgos de consumir agua de mala calidad.
- Todos los datos obtenidos en este estudio serán de beneficio para la población de la parroquia San José de Morona. Los resultados que se obtuvieron para el agua fueron entregados al Municipio de Tiwintza y servirán como datos útiles para iniciar con el proyecto de mejoras en el sistema de abastecimiento de agua de la parroquia.

Con los resultados de la prevalencia de parasitosis en los niños de la Unidad Educativa “Real Audiencia de Quito” se inició inmediatamente la campaña de desparasitación, en virtud de que los resultados fueron entregados al Centro de Salud, quienes establecieron el compromiso de continuar estas campañas con mayor frecuencia a toda la población y realizar charlas educativas para la prevención de las parasitosis (**Anexo M**).



5. RECOMENDACIONES

- Se sugiere mejorar el diseño y mantenimiento de la captación del agua, ya que existen obstrucciones constantes con arena y material vegetal arrastrado por la corriente.
- Es urgente la reparación y mantenimiento de la tubería de conducción desde la captación hacia la planta de tratamiento, así se evitará el ingreso de material extraño que contamine el agua y también se asegura un caudal óptimo de entrada a la planta.
- En la planta de tratamiento se recomienda cumplir con las operaciones de mantenimiento sobretodo en filtros y tanques de almacenamiento. Además es primordial implementar el proceso de desinfección y evaluar la posibilidad de complementar el tratamiento de potabilización con más unidades de sedimentación, filtración y el proceso de floculación.
- En general se sugiere reparar o rediseñar toda la red de distribución, principalmente en San José de Morona y La Unión donde existen mayores problemas.
- Para un buen funcionamiento de la planta de potabilización, es indispensable el monitoreo de la calidad del agua para lo cual se recomienda realizar análisis diarios de color, turbiedad y cloro libre residual como mínimo, y mensualmente los principales parámetros físicos, químicos y microbiológicos que constan en la norma NTE INEN 1108:2014.
- Es de vital importancia que el personal de salud concientice a la población sobre el beneficio de consumir agua de buena calidad, y más aun a los peligros que se exponen al beber agua en malas



condiciones y de esta manera impulsar la gestión para mejora de todo el sistema de abastecimiento de agua. También es importante la educación suficiente sobre hábitos de higiene y continuar de manera más estricta las campañas de desparasitación en toda la población.

- Es urgente complementar las pruebas básicas de laboratorio en el Centro de Salud de “San José e Morona”, especialmente exámenes coproparasitarios que en la actualidad no se realizan para de esta manera monitorizar y dar un mejor servicio a la población.
- Se aconseja a la población hervir el agua o clorarla, antes de su consumo mientras se culmina el proyecto de mejoras en el sistema de abastecimiento de agua potable. Además, es importante asistir de manera periódica al centro de salud para un control médico.



6. BIBLIOGRAFÍA

1. HERNÁNDEZ Liseth, CHAMIZO Horacio, MORA Darner. (2011). Calidad del agua para consumo humano y salud: dos estudios de caso en Costa Rica. [Citado el: 30 de Mayo de 2014]. Disponible en:
http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1409-14292011000100004&script=sci_arttext
2. VERCELLONE E, ZDERO M. (2011). Agua de consumo como coadyubante de parasitosis intestinales en poblaciones vulnerables de la ciudad de Villa Constitución, Argentina. [Citado el: 30 de Mayo de 2014]. Disponible en:
<http://www.saludcolectiva-unr.com.ar/docs/elser-verce.pdf>
3. FRANCO IDAGARRA Freddy Leonardo. La calidad del agua y su control. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. [Citado el: 19 de Enero de 2014]. Disponible en:
http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4080004/contenido/Capitulo_7/Pages/calidad_agua.htm
4. MARÍN GALVÍN Rafael. (2006). Físicoquímica y microbiología de los medios acuáticos: tratamiento y control de la calidad de aguas. Ediciones Díaz de Santos. España. Pág. 11 [Citado el 21 de Enero de 2014]. Disponible en:
<http://site.ebrary.com/lib/ucuencasp/docDetail.action?docID=10139992&p00=indicadores%20fecales>
5. SIERRA RAMIREZ, Carlos Alberto. (2011). Calidad del agua: evaluación y diagnóstico. Ediciones de la U. Colombia. Pág. 47-52 [Citado el: 19 de Enero de 2014]. Disponible en:
<http://site.ebrary.com/lib/ucuencasp/docDetail.action?docID=10560079&p00=calidad%20del%20agua%3A%20evaluaci%C3%B3n%20diag%C3>



%B3stico

6. AURAZO Margarita. (2004). Manual para análisis básicos de calidad del agua de bebida. Organización Panamericana de la Salud. Lima. [Citado el: 31 de Mayo de 2014]. Disponible en:
http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCUQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.bvsde.paho.org%2FCD-GDWQ%2FBiblioteca%2FManuales_Guias_LibrosDW%2Fmanual%2520analisis%2520basicos%2520CA.pdf&ei=Qi2NU7HtEargsATBIYCADA&usg=AFQjCNHGLJglBt6ohUwrgy6-i3EzkG A4cg
7. AGBAR Agua. (2003). Cloro residual. [Citado el: 19 de Enero de 2014]. Disponible en:
<http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCUQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.aquagestregiondemurcia.es%2Fimg%2Fcontenidos%2F1%2Fficha-sobre-calidad%2Fdelagua.pdf&ei=8zaNU8q0AYPisAS0noLgDg&usg=AFQjCNEwEEG631WXn8uLSWRViLASzRCCDQ>
8. MARTÍN Wilfredo, LÓPEZ Francisco, MONTEAGUDO Eduardo. (2009). Gestión y uso racional de agua. Editorial Félix Varela. Cuba. Pág 38. [Citado el: 31 de Mayo de 2014]. Disponible en:
<http://site.ebrary.com/lib/ucuencasp/docDetail.action?docID=10431053&p00=nitritos%20en%20agua>
9. BONILLA FN, CABRERA C, (2009). Aislamiento y cuantificación de contaminantes microbiológicos en sedimentos de la presa Manuel Ávila Camacho. Universidad de Quintana. [Citado el: 19 de Enero de 2014]. Disponible en:
http://www.uaemex.mx/Red_Ambientales/docs/memorias/Extenso/TA/E/O/TAO45.pdf



10. OMS. (2004) Guías para la calidad del agua potable. Tercera Edición. Ginebra. [Citado el: 19 de Enero de 2014]. Disponible en:
http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0CDEQFjAC&url=http%3A%2F%2Fwww.who.int%2Fwater_sanitation_health%2Fdwq%2Fgdwq3_es_full_lowres.pdf&ei=UDWXU7zwBuvKsQS1_YKYBQ&usg=AFQjCNFSELH0GYjI2i_lck5DZFFhySmag
11. GOBIERNO MUNICIPAL DEL CANTON TIWINTZA. (2005). Estudio definitivo: Sistema Regional de Agua Potable para las comunidades de Shakaim-Puerto Morona-San José de Morona-La Unión del Cantón Tiwintza. [Citado el: 17 de Enero de 2014]
12. PÉREZ Gregorio, ROSALES María, VALDEZ Renzo, VARGAS Franklin, CORDOVA Ofelia. (2008). Detección de parásitos intestinales en agua y alimentos de Trujillo, Perú. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública. Pág. 144. [Citado el: 21 de Enero de 2014]. Disponible en:
www.scielo.org.pe/pdf/rins/v25n1/a18v25n1.pdf
13. COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA. (2007). Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Desinfección para sistemas de agua potable y saneamiento. Pág. 7-12 [Citado el: 25 de Enero de 2014]. Disponible en: www.cna.gob.mx
14. ROCRÍGUEZ PÉREZ, Elba G. (2013). Parasitología médica. Editorial El Manual Moderno. México. [Citado el: 15 de Abril de 2014]. Disponible en:
<http://site.ebrary.com/lib/ucuencasp/docDetail.action>
15. Métodos normalizados: para el análisis de aguas potables y residuales. American Public Health Association (APHA) American Water Works Association (AWWA) Water Pollution Control Federation (WPCF). (2009). Ediciones Días De Santos. España. pg. 9-38. [Citado el: 25 de Enero de 2014]



2014]. Disponible en:

<http://site.ebrary.com/lib/ucuencasp/docDetail.action?docID=10272274&p00=m%C3%A9todos%20normalizados%3A%20para%20análisis%20de%20agua%20potable%20y%20residuales>

16. BOTERO David, RESTREPO Marcos. (2005). Parasitosis Humanas. Corporación para Investigaciones Biológicas. Quinta Edición. Colombia. [Citado el: 02 de Junio de 2014]
17. MINISTERIO DEL AMBIENTE. (2008). Estándares nacionales de calidad ambiental para el agua. Perú. [Citado el: 03 de Junio de 2014]. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/estandares-de-calidad-ambiental/>
18. RIVADENEIRA Victoria. (2012). Cantidad de agua potable de la red de distribución y su incidencia en la satisfacción de los usuarios de la ciudad de Palora, Cantón de Palora, Provincia de Morona Santiago. Ambato. [Citado el: 04 de Junio de 2014]. Disponible en: <http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CDAQFjAB&url=http%3A%2F%2Frepo.uta.edu.ec%2Fbitstream%2Fhandle%2F123456789%2F3047%2FTESIS%2520VICKY.pdf&ei=FxuSU8aoKYq-sQSS8oDA>
[BQ&usg=AFQjCNEvn4GFE8H0WBjsmtmnXg5p-tvCjA](http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CDAQFjAB&url=http%3A%2F%2Frepo.uta.edu.ec%2Fbitstream%2Fhandle%2F123456789%2F3047%2FTESIS%2520VICKY.pdf&ei=FxuSU8aoKYq-sQSS8oDA)
19. IANNAZONE José, BENITES María Julia Y CHIRINOS Leddy. (2006) Prevalencia de infección por parásitos intestinales en escolares de primaria de Santiago de Surco, Lima, Perú. Parasitología latinoamericana. Parasitol. latinoam. v.61 n.1-2 Santiago jun. [Citado el: 22 de Julio de 2014]. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-77122006000100008

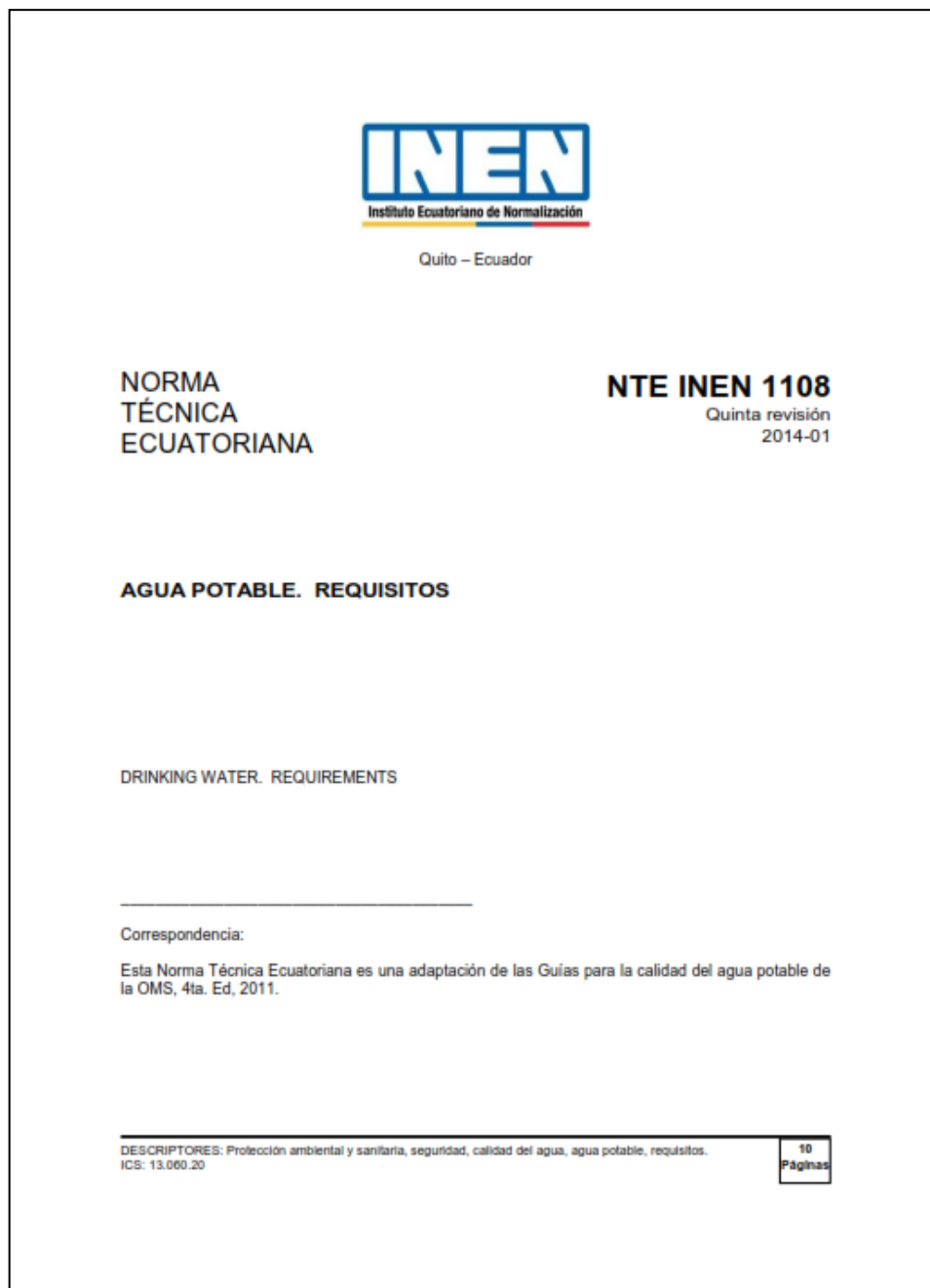


20. Nicanor Ibáñez H; César Jara C; Antenor Guerra M; Enrique Díaz L. (2004). Prevalencia del Enteroparasitismo en escolares de comunidades nativas del Alto Marañón, Amazonas, Perú*. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica v.21 n.3 Lima. [Citado el: 22 de Julio de 2014]. Disponible en:
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1726-46342004000300003&script=sci_arttext
21. LOSANO Liseti, ACUÑA Iraima y col. (2008). Influencia de las parasitosis intestinales y otros antecedentes infecciosos sobre el estado nutricional antropométrico de niños en situación de pobreza. Sociedad Chilena de Parasitología. [Citado el: 05 de Junio de 2014]. Disponible en:
http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-77122008000100003
22. REVISTA VISTAZO. (2011). Tiwintza, el rincón más pobre. Editorial Vistazo. Ecuador. . [Citado el: 05 de Junio de 2014]. Disponible en:
<http://www.vistazo.com/impres/pais/imprimir.php?Vistazo.com&id=3730>



7. ANEXOS

Anexo A. Norma técnica ecuatoriana inen 1108:2014. Agua potable-requisitos





Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	AGUA POTABLE REQUISITOS	NTE INEN 1108:2014 Quinta revisión 2014-01
---	------------------------------------	---

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el agua potable para consumo humano.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

2.1 Esta norma se aplica al agua potable de los sistemas de abastecimiento públicos y privados a través de redes de distribución y tanqueros.

3. REFERENCIAS NORMATIVAS

APHA (American Public Health Association). AWWA (American Water World Association) y WEF (Water Environment Federation). *Métodos Estandarizados para el Análisis de Aguas y Aguas Residuales* (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater) en su última edición.

Ministerio de salud Pública *REGLAMENTO DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA PARA ALIMENTOS PROCESADOS* Decreto Ejecutivo 3253, Registro Oficial 696 de 4 de Noviembre del 2002

4. DEFINICIONES

4.1 Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:

4.1.1 **Agua potable.** Es el agua cuyas características físicas, químicas microbiológicas han sido tratadas a fin de garantizar su aptitud para consumo humano.

4.1.2 **Agua cruda.** Es el agua que se encuentra en la naturaleza y que no ha recibido ningún tratamiento para modificar sus características: físicas, químicas o microbiológicas.

4.1.3 **Limite máximo permitido.** Representa un requisito de calidad del agua potable que fija dentro del ámbito del conocimiento científico y tecnológico del momento un límite sobre el cual el agua deja de ser apta para consumo humano. Para la verificación del cumplimiento, los resultados se deben analizar con el mismo número de cifras significativas establecidas en los requisitos de esta norma y aplicando las reglas para redondear números, (ver NTE INEN 052).

4.1.4 **ufc/ml.** Concentración de microorganismos por mililitro, expresada en unidades formadoras de colonias.

4.1.5 **NMP.** Forma de expresión de parámetros microbiológicos, número más probable, cuando se aplica la técnica de los tubos múltiples.

4.1.6 **mg/l.** (miligramos por litro), unidades de concentración de parámetros físico químicos.

4.1.7 **Microorganismo patógeno.** Son los causantes potenciales de enfermedades para el ser humano.

4.1.8 **Plaguicidas.** Sustancia química o biológica que se utiliza, sola, combinada o mezclada para prevenir, combatir o destruir, repeler o mitigar: insectos, hongos, bacterias, nemátodos, ácaros, moluscos, roedores, malas hierbas o cualquier forma de vida que cause perjuicios directos o indirectos a los cultivos agrícolas, productos vegetales y plantas en general.



NTE INEN 1508

2014-01

4.1.9 Desinfección. Proceso de tratamiento que elimina o reduce el riesgo de enfermedad que pueden presentar los agentes microbianos patógenos, constituye una medida preventiva esencial para la salud pública.

4.1.10 Subproductos de desinfección. Productos que se generan al aplicar el desinfectante al agua, especialmente en presencia de sustancias húmicas.

4.1.11 Cloro residual. Cloro remanente en el agua luego de al menos 30 minutos de contacto.

4.1.12 Sistema de abastecimiento de agua potable. El sistema incluye las obras y trabajos auxiliares construidos para la captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y sistema de distribución.

4.1.13 Sistema de distribución. Comprende las obras y trabajos auxiliares construidos desde la salida de la planta de tratamiento hasta la acometida domiciliaria.

5. REQUISITOS

5.1 Los sistemas de abastecimiento de agua potable deberían acogerse al Reglamento de buenas prácticas de Manufactura (producción) del Ministerio de Salud Pública.

5.2 El agua potable debe cumplir con los requisitos que se establecen a continuación, en las tablas 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7.

TABLA 1. Características físicas, sustancias inorgánicas y radiactivas

PARAMETRO	UNIDAD	Limite máximo permitido
Características físicas		
Color	Unidades de color aparente (Pt-Co)	15
Turbiedad	NTU	5
Olor	---	no objetable
Sabor	---	no objetable
Inorgánicos		
Antimonio, Sb	mg/l	0,02
Arsénico, As	mg/l	0,01
Bario, Ba	mg/l	0,7
Boro, B	mg/l	2,4
Cadmio, Cd	mg/l	0,003
Cianuros, CN ⁻	mg/l	0,07
Cloro libre residual*	mg/l	0,3 a 1,5 ¹⁾
Cobre, Cu	mg/l	2,0
Cromo, Cr (cromo total)	mg/l	0,05
Fluoruros	mg/l	1,5
Mercurio, Hg	mg/l	0,006
Níquel, Ni	mg/l	0,07
Nitratos, NO ₃ ⁻	mg/l	50
Nitritos, NO ₂ ⁻	mg/l	3,0
Plomo, Pb	mg/l	0,01
Radiación total α *	Bq/l	0,5
Radiación total β **	Bq/l	1,0
Selenio, Se	mg/l	0,04

¹⁾ Es el rango en el que debe estar el cloro libre residual luego de un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos.
 * Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: ²¹⁰Po, ²²⁶Ra, ²²⁸Ra, ²³²Th, ²³⁴U, ²³⁸U, ²³⁹Pu.
 ** Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: ⁶⁰Co, ⁹⁰Sr, ¹³⁷Sr, ¹³⁷I, ¹³¹I, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs, ²¹⁰Pb, ²¹⁴Pb.

2014-0251

2 de 10



NTE INEN 1108

2014-01

TABLA 2. Sustancias orgánicas

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Hidrocarburos policíclicos aromáticos HAP		
Benzo [a] pireno	mg/l	0,0007
Hidrocarburos:		
Benceno	mg/l	0,01
Tolueno	mg/l	0,7
Xileno	mg/l	0,5
Estireno	mg/l	0,02
1,2dicloroetano	mg/l	0,03
Cloruro de vinilo	mg/l	0,0003
Tricloroetano	mg/l	0,02
Tetracloroetano	mg/l	0,04
Di(2-etilhexil) ftalato	mg/l	0,008
Acrylamida	mg/l	0,0005
Epiclorohidrina	mg/l	0,0004
Hexaclorobutadieno	mg/l	0,0006
1,2Dibromoetano	mg/l	0,0004
1,4- Dioxano	mg/l	0,05
Acido Nitrilotriacético	mg/l	0,2

TABLA 3. Plaguicidas

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Atrazina y sus metabolitos cloro-s-triazina	mg/l	0,1
Isoproturón	mg/l	0,009
Lindano	mg/l	0,002
Pendimetalina	mg/l	0,02
Pentaclorofenol	mg/l	0,009
Dicloroprop	mg/l	0,1
Alacloro	mg/l	0,02
Aldicarb	mg/l	0,01
Aldrin y Dieldrin	mg/l	0,00003
Carbofuran	mg/l	0,007
Clorpirifós	mg/l	0,03
DDT y metabolitos	mg/l	0,001
1,2-Dibromo-3-cloropropano	mg/l	0,001
1,3-Dicloropropeno	mg/l	0,02
Dimetoato	mg/l	0,006
Endrin	mg/l	0,0006
Terbutilazina	mg/l	0,007
Clordano	mg/l	0,0002
Hidroxiatrazina	mg/l	0,2

2014-0251

3 de 10

NTE INEN 1108

2014-01

TABLA 4. Residuos de desinfectantes

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Monocloramina,	mg/l	3
Si pasa de 1,5 mg/l investigar: N-Nitrosodimethylamine	mg/l	0,000 1

TABLA 5. Subproductos de desinfección

	UNIDAD	Límite máximo permitido
2,4,6-triclorofenol	mg/l	0,2
Trihalometanos totales	mg/l	0,5
Si pasa de 0,5 mg/l investigar:	mg/l	0,06
• Bromodiclorometano	mg/l	0,3
• Cloroformo		
Tricloroacetato	mg/l	0,2

TABLA 6. Cianotoxinas

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Microcistina-LR	mg/l	0,001

5.3 El agua potable debe cumplir con los siguientes requisitos microbiológicos.

TABLA 7. Requisitos Microbiológicos

	Máximo
Coliformes fecales (1):	
Tubos múltiples NMP/100 ml ó	< 1,1 *
Filtración por membrana ufc/ 100 ml	< 1 **
<i>Cryptosporidium</i> , número de ooquistes/ litro	Ausencia
<i>Giardia</i> , número de quistes/ litro	Ausencia
* < 1,1 significa que en el ensayo del NMP utilizando 5 tubos de 20 cm ³ ó 10 tubos de 10 cm ³ ninguno es positivo	
** < 1 significa que no se observan colonias	
(1) ver el anexo 1, para el número de unidades (muestras) a tomar de acuerdo con la población servida	

6. INSPECCIÓN

6.1 Muestreo

6.1.1 El muestreo para el análisis microbiológico, físico, químico debe realizarse de acuerdo a los métodos estandarizados para el agua potable y residual (Standard Methods).

6.1.2 El manejo y conservación de las muestras para la realización de los análisis debe realizarse de acuerdo con lo establecido en los métodos estandarizados para el agua potable y residual (Standard Methods).

2014-0201

4 de 10



NTE INEN 1108

2014-01

7. MÉTODOS DE ENSAYO

7.1 Los métodos de ensayo utilizados para los análisis que se especifican en esta norma serán los métodos estandarizados para el agua potable y residual (Standard Methods) especificados en su última edición. En caso que no conste el método de análisis para un parámetro en el Standard Methods, se utilizará un método estandarizado propuesto por un organismo reconocido.

2014-0201

5 de 10



NTE INEN 1108

2014-01

APÉNDICE Y
(Informativo)

Y.1 Número mínimo de muestras a tomarse de acuerdo a la población servida para el análisis de coliformes fecales en el sistema de distribución de agua potable

Tabla Y.1

POBLACIÓN	NUMERO TOTAL DE MUESTRAS POR AÑO
< 5 000	12
5 000 – 100 000	12 POR CADA 5 000 PERSONAS
> 100 000 – 500 000	120 MÁS 12 POR CADA 10 000 PERSONAS
> 500 000	600 MÁS 12 POR CADA 100 000 PERSONAS

Guías para la calidad del agua potable 4ta. Ed. 2011; Capítulo 4 numeral 4.3.1 tabla 4.4

2014-0281

6 de 10



NTE INEN 1108

2014-01

APÉNDICE Z

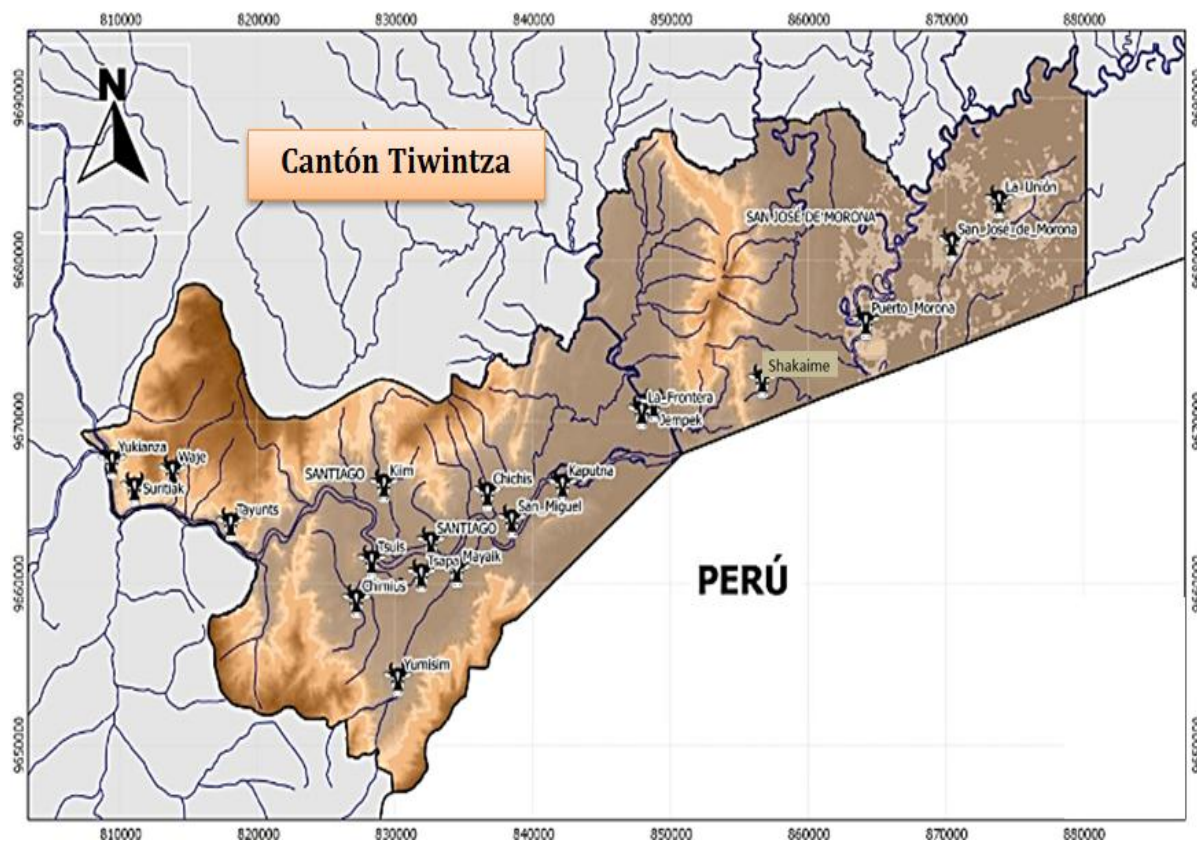
BIBLIOGRAFÍA

World Health Organization. *Guidelines for Drinking-water Quality*, Fourth Edition. World Health Organization, 2011

2014-0281

7 de 10

Anexo B. Mapa geográfico del cantón tiwintza



Anexo C. Certificado otorgado por la dra. Guillermina pauta, jefe del laboratorio de sanitaria de la universidad de cuenca después de culminado el análisis microbiológico del agua.



UNIVERSIDAD
DE CUENCA

Nº 144513

CUARENTA
CENTAVOS

Cuenca, a 28 de abril de 2014

Yo Dra. Guillermina Pauta, Jefe del Laboratorio de Sanitaria de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cuenca, en calidad de asesora.

CERTIFICO

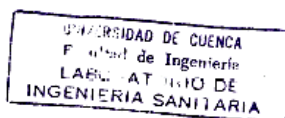
Que las señoritas Elvia Marlene Chin Uzhca, con cedula de identidad 0104926860 y Mónica Catalina Fárez Chalco, con cedula de identidad 0105478887, estudiantes egresadas de la Carrera de Bioquímica y Farmacia, Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Cuenca, realizaron en este laboratorio, una parte de la practica correspondiente a su tesis denominada: "Evaluación de la Calidad Microbiológica del Agua de la Planta de Potabilización de la Parroquia San José de Morona-Tiwintza y su Relación con la Prevalencia de Parasitosis Intestinales", cumpliendo siete semanas de trabajo entre los meses de Noviembre, Diciembre de 2013 y Enero de 2014.

En este periodo realizaron análisis microbiológico de 86 muestras de agua aplicando la técnica de Fermentación de Tubos Múltiple: 94 a coliformes totales y fecales, Recuento Estándar en Placa para aerobios mesófilos, mohos y levaduras, cumpliendo satisfactoriamente los objetivos propuestos.

Es todo lo que puedo certificar en honor a la verdad, pudiendo la parte interesada hacer uso de este documento en lo que creyere conveniente.

Atentamente,

Dra. Guillermina Pauta
Jefe del Laboratorio de Sanitaria



Anexo D. Certificado otorgado por el dr. Antonio pillajo director del centro de salud de san josé de morona" ratificando el desarrollo de los análisis coproparasitarios en los niños de la unidad educativa de la parroquia.



AREA N.- 5 MENDEZ
C.S.R SAN JOSE DE MORONA

San José de Morona 28 de Enero 2014

CERTIFICADO

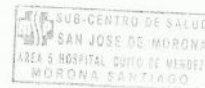
El suscrito Dr. JOSE ANTONIO PILLAJO MILA, DIRECTOR DEL S.C.S SAN JOSE DE MORONA, certifica que las Señoritas: Elvia Marlene Chin Uzhca y Mónica Catalina Farez Chalco realizaron 105 Exámenes Copropasitarios el día 28 del presente mes a los niños de la Unidad Educativa Real Audiencia de Quito en el laboratorio de la Unidad de Salud de San José

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Atte,

AREA 5 HOSPITAL QUITO DE MENDEZ
Dr. Jose Antonio Pillajo

DIRECTOR DEL S.C.S SAN JOSE DE MORONA



Anexo E. Recolección de muestras en captación y planta de potabilización.



Foto 1: Toma de muestra en la captación



Foto 2: Toma de muestra en la entrada del agua a la planta.



Foto 3: Toma de muestra en la salida del filtro.



Foto 4: Toma de muestra en la caseta de cloración



Foto 5: Toma de muestra en en Tanque B (Salida de la planta).

Anexo F. Recolección de muestras en inmuebles



Foto 6: Tomas de muestra en la comunidad Shakaime y Puerto Morona



Foto 7: Tomas de muestra en la parroquia San José de Morona



Foto 8: Toma de muestra en la Unidad Educativa "Real Audiencia de Quito" de San José de Morona



Foto 9: Toma de muestra en el Centro de Salud de la parroquia San José de Morona



Foto 10: Tomas de muestra en la comunidad La Unión



Anexo G. Medios de cultivo empleados en la técnica de fermentación en tubos múltiples.

AC
M
MPF
A
O
ID
WW

Lauryl Sulfate Broth

Selective culture medium used as a presumptive test for coliform bacteria and for the selective enrichment of coliform organisms in the analysis of water, according to MALLMANN and DARBY (1941).

This medium complies with the APHA Recommendations for Water Examination (1998) and the ISO 5541-2 (1996) for milk and milk products.

Mode of Action
The high nutrient quality and the presence of phosphate buffer in this medium ensure rapid growth and increased gas production of even "slowly lactose-fermenting" coliform bacteria. Gas formation can be detected by using fermentation tubes. The lauryl sulfate largely inhibits the growth of undesired bacteria.

Typical Composition (g/litre)
Tryptose 20.0; lactose 5.0; sodium chloride 5.0; sodium lauryl sulfate 0.1; di-potassium hydrogen phosphate 2.75; potassium dihydrogen phosphate 2.75.

Preparation
Suspend 35.6 g/litre or more, dispense into test tubes fitted with DURHAM tubes, autoclave (15 min at 121 °C).
pH: 6.8 ± 0.2 at 25 °C.
The prepared broth is clear and yellowish-brown.

Inoculum ml	Amount of Medium in Tube ml	Volume of Inoculum ml	Dehydrated Lauryl Sulfate Broth Required g/L	Broth Concentration
1	10 or more	11 or more	35.6	1-fold
10	10	20	71.2	2-fold
10	20	30	53.4	1.5-fold
10	10	30	106.8	3-fold
100	50	150	106.8	3-fold
100	35	135	137.1	3.85-fold
100	20	120	213.6	6-fold

Experimental Procedure and Evaluation
See 7661 Lactose Broth.
Incubation: up to 48 h at 35 °C (or 30 °C) aerobically.

Literature
American Public Health Association, American Water Works Association and Water Pollution Control Federation: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th ed., Washington, 1998.
HAJINA, A.A., & PERRY, C.A. Comparative study of presumptive and confirmative media for bacteria of the coliform group and for fecal Streptococci. – *Am. J. Publ. Health*, 33: 550-556 (1943).
MALLMANN, W.L., & DARBY, C.W.: Use of a lauryl sulfate tryptose broth for the detection of coliform organisms. – *Am. J. Publ. Health*, 31: 127-134 (1941).
International Standardization Organization: Milk and milk products - Enumeration of coliforms. Part 2: Most probable number technique at 30 °C. **ISO/CD 5541-2 (1996)**.

Ordering Information

Product	Merck Cat. No.	Pack size
Lauryl Sulfate Broth	1.10266.0500	500 g

Quality control

Test strains	Growth	Gas formation
Escherichia coli ATCC 25922	good	+
Escherichia coli ATCC 8739	good	+
Citrobacter freundii ATCC 43864	good	+
Staphylococcus aureus ATCC 25923	none / poor	-
Enterococcus faecalis ATCC 19433	fair / very good	-
Aeromonas hydrophila ATCC 7966	unlimited	-
Aeromonas sobria Linx 16	unlimited	- / poor



AC
M
A
HA
O
AM

EC Broth

For the selective identification of coliform bacteria and *Escherichia coli* in water, foodstuffs and other materials according to HAJNA and PERRY (1943).

This *Escherichia coli* broth complies with the recommendations of the Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (1998).

Mode of Action

The lactose content of this medium favours the growth of lactose-positive bacteria, especially of coliform bacteria and *E. coli*. The bile salts, however, largely inhibit the growth of Gram-positive bacteria or microorganisms which are not adapted to the intestinal environment. Lactose-positive bacteria metabolize lactose with gas formation.

Typical Composition (g/litre)

Peptone from casein 20.0; lactose 5.0; bile salt mixture 1.5; sodium chloride 5.0; di-potassium hydrogen phosphate 4.0; potassium dihydrogen phosphate 1.5.

Preparation

Suspend 37 g or 74 g/litre, fill into test tubes fitted with DURHAM tubes, autoclave (15 min at 121 °C).

pH: 6.9 ± 0.2 at 25 °C.

The prepared broth is clear and yellowish-brown.

Experimental Procedure and Evaluation

Small aliquots (approx. 1 ml) of the sample material are added to the normal-strength broth, large quantities should be mixed with double-strength broth in order to maintain the normal concentration of the broth.

Incubation: 24-48 hours at 44.5 °C aerobically.

Gas formation at 44.5 °C: *Escherichia coli*, possibly also other coliform bacteria

Literature

American Public Health Association, American Water Works Association and Water Pollution Control Federation: Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 20th ed., Washington, 1998.

FISCHBEIN, M., a. SURKIEWICZ, B.F.: Comparison on the recovery of *Escherichia coli* from frozen foods and nutmeats confirmatory incubation in EC-medium at 44.5 and 45.5 °C. - *Appl. Microbiol.*, **12**: 127-131 (1964).

HAJNA, A.A., PERRY, C.A.: Comparative study of presumptive and confirmative media for bacteria of the coliform group and for fecal *Streptococci*. - *Am. J. Publ. Hlth.*, **33**: 550-556 (1943).

PERRY, C.A., a. HAJNA, A.A.: Further evaluation of EC-medium for the isolation of coliform bacteria and *Escherichia coli*. - *Am. J. Publ. Hlth.*, **34**: 735-738 (1944).

TENNANT, A.D., REID, L.E., ROCKWELL, L., a. BYNDE, E.T.: Coliform bacteria in sea water and shellfish. II. The E.C. confirmation test for *Escherichia coli*. - *Can. J. Microbiol.*, **7**: 733-739 (1961).

Ordering Information

Product	Merck Cat. No.	Pack size
EC Broth	1.10765.0500	500 g

Quality control

Test strains	Growth at 44.5 °C	Gas formation at 44.5 °C
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	good	+
<i>Escherichia coli</i> ATCC 8739	good	+
<i>Enterobacter cloacae</i> ATCC 13047	none / fair	-
<i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC 13883	none / fair	-
<i>Citrobacter freundii</i> ATCC 8090	none / fair	-
<i>Proteus mirabilis</i> ATCC 14153	none / fair	-
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	none / poor	-
<i>Clostridium perfringens</i> ATCC 10543	none / poor	-
<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 19433	none / poor	-



Anexo H. Índice de nmp y límites de aceptación del 95 por 100 para distintas combinaciones de resultados positivos cuando se usan cinco tubos por dilución (10ml; 1,0ml; 0,1 ml)

TABLA 9221: IV. MPN INDEX AND 95% CONFIDENCE LIMITS FOR VARIOUS COMBINATION OF POSITIVE RESULT WHEN FIVE TUBES ARE USED PER DILUTION

Combinación de tubos positivos			NMP/100mL	Límites de 95% de confianza		Combinación de tubos positivos			NMP/100mL	Límites de 95% de confianza	
				Inferior	Superior					Inferior	Superior
0	0	0	< 1.8	-	6.8	4	0	3	25	9.8	70
0	0	1	1.8	0.090	6.8	4	1	0	17	6.0	40
0	1	0	1.8	0.090	6.9	4	1	1	21	6.8	42
0	1	1	3.6	0.70	10	4	1	2	26	9.8	70
0	2	0	3.7	0.70	10	4	1	3	31	10	70
0	2	1	5.5	1.8	15	4	2	0	22	6.8	50
0	3	0	5.6	1.8	15	4	2	1	26	9.8	70
1	0	0	2.0	0.10	10	4	2	2	32	10	70
1	0	1	4.0	0.70	10	4	2	3	38	14	100
1	0	2	6.0	1.8	15	4	3	0	27	9.9	70
1	1	0	4.0	0.71	12	4	3	1	33	10	70
1	1	1	6.1	1.8	15	4	3	2	39	14	100
1	1	2	8.1	3.4	22	4	4	0	34	14	100
1	2	0	6.1	1.8	15	4	4	1	40	14	100
1	2	1	8.2	3.4	22	4	4	2	47	15	120
1	3	0	8.3	3.4	22	4	5	0	41	14	100
1	3	1	10	3.5	22	4	5	1	48	15	120
1	4	0	10	3.5	22	5	0	0	23	6.8	70
2	0	0	4.5	0.79	15	5	0	1	31	10	70
2	0	1	6.8	1.8	15	5	0	2	43	14	100
2	0	2	9.1	3.4	22	5	0	3	58	22	150
2	1	0	6.8	1.8	17	5	1	0	33	10	100
2	1	1	9.2	3.4	22	5	1	1	46	14	120
2	1	2	12	4.1	26	5	1	2	63	22	150
2	2	0	9.3	3.4	22	5	1	3	84	34	220
2	2	1	12	4.1	26	5	2	0	49	15	150
2	2	2	14	5.9	36	5	2	1	70	22	170
2	3	0	12	4.1	26	5	2	2	94	34	230
2	3	1	14	5.9	36	5	2	3	120	36	250
2	4	0	15	5.9	36	5	2	4	150	58	400
3	0	0	7.8	2.1	22	5	3	0	79	22	220
3	0	1	11	3.5	23	5	3	1	110	34	250
3	0	2	13	5.6	35	5	3	2	140	52	400
3	1	0	11	3.5	26	5	3	3	170	70	400
3	1	1	14	5.6	36	5	3	4	210	70	400
3	1	2	17	6.0	36	5	4	0	130	36	400
3	2	0	14	5.7	36	5	4	1	170	58	400
3	2	1	17	6.8	40	5	4	2	220	70	440
3	2	2	20	6.8	40	5	4	3	280	100	710
3	3	0	17	6.8	40	5	4	4	350	100	710
3	3	1	21	6.8	40	5	4	5	430	150	1100
3	3	2	24	9.8	70	5	5	0	240	70	710
3	4	0	21	6.8	40	5	5	1	350	100	1100
3	4	1	24	9.8	70	5	5	2	540	150	1700
3	5	0	25	9.8	70	5	5	3	920	220	2600
4	0	0	13	4.1	35	5	5	4	1600	400	4600
4	0	1	17	5.9	36	5	5	5	> 1600	700	-
4	0	2	21	6.8	40						



Anexo I. Historial de resultados de coliformes totales y fecales utilizando Ist y caldo ec

DETERMINACION DE COLIFORMES TOTALES Y FECALES								
FECHA: 25/11/2013								
MUESTRA	ORIGEN	MEDIO DE CULTIVO	DILUCIONES				CODIGO	RESULTADO ((NMP/100ml))
			10	1	-1	-2		
1	Captación Río Cusuime	24H LST	5/5	3/5	0/5	1/5	5-5-2	5,4 x 10 ³
		48H LST	0/5	2/5	5/5	1/5		
		24H EC	4/5	1/5	2/5	0/5	5-1-2	63
		48H EC	1/5	0/5	0/5	0/5		
2	Entrada Planta Potabilizadora	24H LST	5/5	3/5	1/5	1/5	5-5-3	9,2 x 10 ³
		48H LST	0/5	2/5	4/5	2/5		
		24H EC	4/5	2/5	1/5	0/5	5-2-1	70
		48H EC	1/5	0/5	0/5	0/5		
3	Salida Filtro de arena	24H LST	5/5	2/5	2/5	1/5	5-4-1	1,7 x 10 ³
		48H LST	0/5	3/5	2/5	0/5		
		24H EC	2/5	2/5	1/5	0/5	4-3-1	33
		48H EC	2/5	1/5	0/5	0/5		
4	Caseta de Cloración	24H LST	5/5	1/5	1/5	2/5	5-3-3	1,7 x 10 ³
		48H LST	0/5	4/5	2/5	1/5		
		24H EC	3/5	4/5	0/5	0/5	4-4-0	34
		48H EC	1/5	0/5	0/5	0/5		
5	Tanque de Reserva A	24H LST	5/5	4/5	2/5	2/5	5-3-4	2,1 x 10 ³
		48H LST	0/5	1/5	1/5	2/5		
		24H EC	4/5	2/5	2/5	0/5	4-2-3	38
		48H EC	0/5	0/5	1/5	0/5		
6	Tanque de Reserva B	24H LST	5/5	4/5	3/5	2/5	5-4-2	2,2 x 10 ³
		48H LST	0/5	1/5	1/5	0/5		
		24H EC	3/5	2/5	0/5	0/5	4-4-1	40
		48H EC	1/5	2/5	1/5	0/5		
7	Vivienda Shakaim	24H LST	3/5	3/5	2/5	1/5	5-4-2	2,2 x 10 ³
		48H LST	2/5	2/5	2/5	1/5		
		24H EC	4/5	2/5	2/5	0/5	4-3-2	39
		48H EC	0/5	1/5	0/5	0/5		

FECHA: 27/11/2013									
8	Vivienda Shakaim	27-nov-13	24H LST	5/5	4/5	3/5	0/5	5-5-0	2,4 x 10 ³
			48H LST	0/5	1/5	2/5	0/5	4-3-1	33
			24H EC	3/5	2/5	0/5	0/5		
			48H EC	1/5	1/5	1/5	0/5		
9	Vivienda Puerto Morona	27-nov-13	24H LST	5/5	3/5	3/5	2/5	5-3-4	2,1 x 10 ³
			48H LST	0/5	2/5	0/5	2/5	4-4-1	40
			24H EC	4/5	2/5	0/5	0/5		
			48H EC	0/5	2/5	1/5	0/5		
10	Vivienda S. J. de Morona	27-nov-13	24H LST	5/5	2/5	2/5	0/5	5-5-2	5,4 x 10 ³
			48H LST	0/5	3/5	3/5	2/5	4-5-1	48
			24H EC	2/5	4/5	1/5	0/5		
			48H EC	2/5	1/5	0/5	0/5		
11	Vivienda S. J. de Morona	27-nov-13	24H LST	3/5	2/5	2/5	3/5	5-4-4	3,5 x 10 ³
			48H LST	2/5	3/5	2/5	1/5	4-4-0	34
			24H EC	3/5	2/5	0/5	0/5		
			48H EC	1/5	2/5	0/5	0/5		
12	Vivienda S. J. de Morona	27-nov-13	24H LST	5/5	5/5	4/5	2/5	5-4-5	4,3 x 10 ³
			48H LST	0/5	0/5	0/5	3/5	5-1-2	63
			24H EC	4/5	1/5	1/5	0/5		
			48H EC	1/5	0/5	1/5	0/5		
13	Vivienda La Unión	27-nov-13	24H LST	5/5	5/5	3/5	1/5	5-5-2	5,4 x 10 ³
			48H LST	0/5	0/5	2/5	1/5	4-1-3	84
			24H EC	3/5	1/5	2/5	0/5		
			48H EC	1/5	0/5	1/5	0/5		
14	Vivienda La Unión	27-nov-13	24H LST	5/5	4/5	2/5	2/5	5-4-4	3,5 x 10 ³
			48H LST	0/5	1/5	2/5	2/5	4-5-1	48
			24H EC	3/5	4/5	1/5	0/5		
			48H EC	1/5	1/5	0/5	0/5		



FECHA: 2/12/2013								
15	Vivienda Shakaim	24H LST	3/5	3/5	1/5	3/5	5-4-3	2,8 x 10 ³
		48H LST	2/5	2/5	3/5	0/5		
		24H EC	4/5	1/5	2/5	0/5	4-3-2	39
		48H EC	0/5	2/5	0/5	0/5		
16	Vivienda Puerto Morona	24H LST	5/5	5/5	4/5	0/5	5-5-0	2,4 x 10 ³
		48H LST	0/5	0/5	1/5	0/5		
		24H EC	3/5	1/5	2/5	0/5	4-2-3	38
		48H EC	1/5	1/5	1/5	0/5		
17	Vivienda S. J. de Morona	24H LST	5/5	4/5	3/5	1/5	5-5-2	5,4 x 10 ³
		48H LST	0/5	1/5	2/5	1/5		
		24H EC	5/5	1/5	1/5	0/5	5-2-1	70
		28H EC	0/5	1/5	0/5	0/5		
18	Vivienda S. J. de Morona	24H LST	5/5	5/5	3/5	0/5	5-5-1	3,5x 10 ³
		48H LST	0/5	0/5	2/5	1/5		
		24H EC	3/5	4/5	0/5	0/5	4-4-0	34
		48H EC	1/5	0/5	0/5	0/5		
19	Vivienda S. J. de Morona	24H LST	5/5	5/5	3/5	0/5	5-5-2	5,4 x 10 ³
		48H LST	0/5	0/5	2/5	2/5		
		24H EC	3/5	2/5	2/5	0/5	4-4-2	47
		48H EC	1/5	2/5	0/5	0/5		
20	Vivienda La Unión	24H LST	5/5	3/5	4/5	1/5	5-5-3	9,2 x 10 ³
		48H LST	0/5	2/5	1/5	2/5		
		24H EC	2/5	2/5	1/5	0/5	4-3-2	39
		48H EC	2/5	1/5	1/5	0/5		
21	Vivienda La Unión	24H LST	5/5	5/5	4/5	4/5	5-4-5	4,3 x 10 ³
		48H LST	0/5	0/5	0/5	1/5		
		24H EC	3/5	1/5	1/5	0/5	5-1-1	46
		48H EC	2/5	0/5	0/5	0/5		

FECHA: 9/12/2013								
22	Vivienda Shakaim	24H LST	5/5	2/5	3/5	0/5	5-5-0	2,4 x 10 ³
		48H LST	0/5	3/5	2/5	0/5		
		24H EC	3/5	4/5	0/5	0/5	4-4-0	34
		48H EC	1/5	1/5	0/5	0/5		
23	Vivienda Puerto Morona	24H LST	5/5	2/5	4/5	0/5	5-5-0	2,4 x 10 ³
		48H LST	0/5	3/5	1/5	0/5		
		24H EC	3/5	3/5	2/5	0/5	4-4-2	47
		48H EC	1/5	1/5	0/5	0/5		
24	Vivienda S. J. de Morona	24H LST	5/5	5/5	4/5	3/5	5-4-5	4,3 x 10 ³
		48H LST	0/5	0/5	0/5	2/5		
		24H EC	4/5	1/5	2/5	0/5	5-1-3	39
		48H EC	1/5	0/5	1/5	0/5		
25	Vivienda S. J. de Morona (Escuela)	24H LST	5/5	4/5	3/5	2/5	5-5-3	5,4 x 10 ³
		48H LST	0/5	1/5	2/5	1/5		
		24H EC	4/5	0/5	1/5	0/5	5-1-1	46
		48H EC	1/5	1/5	0/5	0/5		
26	Vivienda S. J. de Morona	24H LST	5/5	3/5	4/5	1/5	5-5-1	3,5 x 10 ³
		48H LST	0/5	2/5	1/5	0/5		
		24H EC	3/5	4/5	0/5	0/5	4-4-0	34
		48H EC	1/5	0/5	0/5	0/5		
27	Vivienda La Unión	24H LST	4/5	4/5	2/5	0/5	5-5-2	5,4 x 10 ³
		48H LST	1/5	1/5	3/5	2/5		
		24H EC	5/5	0/5	1/5	0/5	5-1-2	84
		48H EC	0/5	1/5	1/5	0/5		
28	Vivienda La Unión	24H LST	5/5	4/5	4/5	5/5	5-4-5	4,3 x 10 ³
		48H LST	0/5	1/5	0/5	0/5		
		24H EC	3/5	1/5	1/5	0/5	5-1-2	63
		48H EC	2/5	0/5	1/5	0/5		
29	Vivienda La Unión	24H LST	4/5	3/5	2/5	2/5	5-5-3	9,2 x 10 ³
		48H LST	1/5	2/5	3/5	1/5		
		24H EC	4/5	2/5	1/5	0/5	5-3-1	110
		48H EC	1/5	1/5	0/5	0/5		



FECHA: 11/12/2013								
30	Vivienda Puerto Morona	24H LST	3/5	4/5	2/5	4/5	5-4-4	3,5 x 10 ³
		48H LST	2/5	1/5	2/5	0/5		
		24H EC	4/5	4/5	0/5	0/5	4-4-0	34
		48H EC	0/5	0/5	0/5	0/5		
31	Vivienda S. J. de Morona	24H LST	5/5	4/5	4/5	3/5	5-4-5	4,3 x 10 ³
		48H LST	0/5	1/5	0/5	2/5		
		24H EC	4/5	3/5	2/5	0/5	4-4-2	47
		28H EC	0/5	1/5	0/5	0/5		
32	Vivienda S. J. de Morona	24H LST	4/5	3/5	4/5	1/5	5-5-2	5,4 x 10 ³
		48H LST	1/5	2/5	1/5	1/5		
		24H EC	2/5	1/5	1/5	0/5	5-1-1	46
		48H EC	3/5	/5	0/5	0/5		
33	Vivienda S. J. de Morona	24H LST	5/5	5/5	3/5	0/5	5-5-2	5,4 x 10 ³
		48H LST	0/5	0/5	2/5	2/5		
		24H EC	2/5	1/5	2/5	0/5	4-1-2	63
		48H EC	2/5	0/5	0/5	0/5		
34	Vivienda S. J. de Morona	24H LST	5/5	4/5	3/5	3/5	5-4-5	4,3 x 10 ³
		48H LST	0/5	1/5	1/5	2/5		
		24H EC	4/5	5/5	1/5	0/5	4-5-1	48
		48H EC	0/5	0/5	0/5	0/5		
35	Vivienda La Unión	24H LST	5/5	5/5	3/5	2/5	5-4-4	3,5 x 10 ³
		48H LST	0/5	0/5	1/5	2/5		
		24H EC	3/5	2/5	0/5	0/5	5-2-0	49
		48H EC	2/5	0/5	0/5	0/5		
36	Vivienda La Unión	24H LST	5/5	3/5	4/5	0/5	5-5-2	5,4 x 10 ³
		48H LST	0/5	2/5	1/5	2/5		
		24H EC	5/5	1/5	2/5	0/5	5-1-3	84
		48H EC	0/5	0/5	1/5	0/5		
37	Vivienda La Unión	24H LST	5/5	5/5	4/5	0/5	5-5-1	3,5 x 10 ³
		48H LST	0/5	0/5	1/5	1/5		
		24H EC	2/5	4/5	0/5	0/5	4-5-1	48
		48H EC	2/5	1/5	1/5	0/5		

FECHA: 16/12/2013								
38	Vivienda Puerto Morona	24H LST	5/5	5/5	2/5	3/5	5-3-4	2,1 x 10 ³
		48H LST	0/5	0/5	1/5	1/5		
		24H EC	3/5	4/5	1/5	0/5	4-4-1	40
		48H EC	1/5	0/5	0/5	0/5		
39	Vivienda S. J. de Morona	24H LST	5/5	4/5	3/5	0/5	5-5-2	5,4 x 10 ³
		48H LST	0/5	1/5	2/5	2/5		
		24H EC	5/5	2/5	1/5	0/5	5-2-2	94
		28H EC	0/5	0/5	1/5	0/5		
40	Vivienda S. J. de Morona	24H LST	5/5	3/5	3/5	2/5	5-5-3	9,2 x 10 ³
		48H LST	0/5	2/5	2/5	1/5		
		24H EC	4/5	1/5	1/5	0/5	5-2-1	70
		48H EC	1/5	1/5	0/5	0/5		
41	Vivienda S. J. de Morona	24H LST	5/5	5/5	4/5	0/5	5-5-2	5,4 x 10 ³
		48H LST	0/5	0/5	1/5	2/5		
		24H EC	5/5	1/5	2/5	0/5	5-1-3	84
		48H EC	0/5	0/5	1/5	0/5		
42	Vivienda S. J. de Morona	24H LST	4/5	4/5	3/5	2/5	5-5-3	9,2 x 10 ³
		48H LST	1/5	1/5	2/5	1/5		
		24H EC	4/5	1/5	2/5	0/5	5-2-2	94
		48H EC	1/5	1/5	0/5	0/5		
43	Vivienda La Unión	24H LST	4/5	4/5	3/5	2/5	5-5-2	5,4 x 10 ³
		48H LST	1/5	1/5	2/5	0/5		
		24H EC	3/5	2/5	0/5	0/5	5-3-0	79
		48H EC	2/5	1/5	0/5	0/5		
44	Vivienda La Unión	24H LST	5/5	5/5	3/5	3/5	5-5-4	16 x 10 ³
		48H LST	0/5	0/5	2/5	1/5		
		24H EC	3/5	2/5	1/5	0/5	5-3-1	110
		48H EC	2/5	1/5	0/5	0/5		
45	Vivienda La Unión	24H LST	5/5	4/5	3/5	3/5	5-5-3	9,2 x 10 ³
		48H LST	0/5	1/5	2/5	0/5		
		24H EC	4/5	2/5	0/5	0/5	5-3-0	79
		48H EC	1/5	1/5	0/5	0/5		

UNIVERSIDAD DE CUENCA
CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA



18/12/2013								
46	Vivienda Puerto Morona	24H LST	5/5	5/5	2/5	3/5	5-4-3	2,8 x 10 ³
		48H LST	0/5	0/5	2/5	0/5	4-4-0	34
		24H EC	4/5	3/5	0/5	0/5		
		48H EC	0/5	1/5	0/5	0/5		
47	Vivienda S. J. de Morona	24H LST	5/5	3/5	3/5	4/5	5-4-5	4,3 x 10 ³
		48H LST	0/5	2/5	1/5	1/5	5-2-0	49
		24H EC	4/5	1/5	0/5	0/5		
		48H EC	1/5	1/5	0/5	0/5		
48	Vivienda S. J. de Morona	24H LST	5/5	3/5	4/5	1/5	5-5-3	5,4 x 10 ³
		48H LST	0/5	2/5	1/5	2/5	5-1-2	63
		24H EC	3/5	1/5	2/5	0/5		
		48H EC	2/5	0/5	0/5	0/5		
49	Vivienda S. J. de Morona	24H LST	5/5	4/5	3/5	1/5	5-5-1	3,5x10 ³
		48H LST	0/5	1/5	2/5	0/5	4-3-2	39
		24H EC	2/5	2/5	1/5	0/5		
		48H EC	2/5	1/5	1/5	0/5		
50	Vivienda S. J. de Morona	24H LST	5/5	5/5	4/5	1/5	5-5-2	5,4x10 ³
		48H LST	0/5	0/5	1/5	1/5	4-4-2	47
		24H EC	4/5	3/5	2/5	0/5		
		48H EC	0/5	1/5	0/5	0/5		
51	Vivienda La Unión	24H LST	5/5	4/5	4/5	5/5	5-4-5	4,3 x10 ³
		48H LST	0/5	1/5	0/5	0/5	4-2-3	38
		24H EC	3/5	2/5	2/5	0/5		
		48H EC	1/5	0/5	1/5	0/5		
52	Vivienda La Unión	24H LST	5/5	5/5	3/5	1/5	5-5-2	5,4 x10 ³
		48H LST	0/5	0/5	2/5	1/5	4-4-1	40
		24H EC	4/5	2/5	1/5	0/5		
		48H EC	0/5	2/5	0/5	0/5		
53	Vivienda La Unión	24H LST	5/5	4/5	3/5	2/5	5-5-3	9,2x10 ³
		48H LST	0/5	1/5	2/5	1/5	5-1-2	63
		24H EC	5/5	0/5	2/5	0/5		
		48H EC	0/5	1/5	0/5	0/5		

FECHA: 02/01/2014								
54	Vivienda Puerto Morona	24H LST	5/5	5/5	5/5	0/5	5-5-0	2,4 x 10 ³
		48H LST	0/5	0/5	0/5	0/5	4-2-2	32
		24H EC	4/5	1/5	1/5	0/5		
		48H EC	0/5	1/5	1/5	0/5		
55	Junta Parroquial S.J. de Morona	24H LST	5/5	5/5	2/5	4/5	5-4-5	4,3 x10 ³
		48H LST	0/5	0/5	2/5	1/5	4-4-0	34
		24H EC	3/5	4/5	0/5	0/5		
		48H EC	1/5	0/5	0/5	0/5		
56	Vivienda S. J. de Morona	24H LST	5/5	5/5	3/5	2/5	5-4-4	3,5 x10 ³
		48H LST	0/5	0/5	1/5	2/5	4-3-1	33
		24H EC	4/5	2/5	1/5	0/5		
		48H EC	0/5	1/5	0/5	0/5		
57	Vivienda S. J. de Morona	24H LST	5/5	4/5	2/5	3/5	5-4-5	4,3 x10 ³
		48H LST	0/5	1/5	2/5	2/5	5-1-0	33
		24H EC	4/5	1/5	0/5	0/5		
		48H EC	1/5	0/5	0/5	0/5		
58	Vivienda S. J. de Morona	24H LST	5/5	3/5	3/5	1/5	5-5-2	5,4x10 ³
		48H LST	0/5	2/5	2/5	1/5	4-4-1	40
		24H EC	4/5	4/5	1/5	0/5		
		48H EC	0/5	0/5	0/5	0/5		
59	Vivienda La Unión	24H LST	4/5	3/5	2/5	4/5	5-4-5	4,3 x10 ³
		48H LST	1/5	2/5	2/5	1/5	4-4-0	34
		24H EC	3/5	3/5	0/5	0/5		
		48H EC	1/5	1/5	0/5	0/5		
60	Vivienda La Unión	24H LST	5/5	4/5	3/5	2/5	5-4-4	3,5x10 ³
		48H LST	0/5	1/5	1/5	2/5	4-3-1	33
		24H EC	4/5	2/5	1/5	0/5		
		48H EC	0/5	1/5	0/5	0/5		
61	Vivienda La Unión	24H LST	5/5	3/5	2/5	1/5	5-5-2	5,4x10 ³
		48H LST	0/5	2/5	3/5	1/5	4-3-2	39
		24H EC	4/5	2/5	2/5	0/5		
		48H EC	0/5	1/5	0/5	0/5		



FECHA: 02/01/2014							
MUESTRA	ORIGEN	MEDIO DE CULTIVO	DILUCIONES				CODIGO
			10	1	-1	-2	
62	Captación Río Cusuime	24HLST	5/5	3/5	0/5	2/5	5-5-3
		48HLST	0/5	2/5	5/5	1/5	5-2-2
		24HEC	4/5	2/5	2/5	0/5	
		48HEC	1/5	0/5	0/5	0/5	
63	Entrada Planta Potabilizadora	24HLST	5/5	3/5	1/5	1/5	5-5-3
		48HLST	0/5	2/5	4/5	2/5	5-3-1
		24HEC	4/5	2/5	1/5	0/5	
		48HEC	1/5	1/5	0/5	0/5	
64	Salida Filtro de arena	24HLST	5/5	2/5	2/5	2/5	5-4-2
		48HLST	0/5	3/5	2/5	0/5	4-4-1
		24HEC	2/5	3/5	1/5	0/5	
		48HEC	2/5	1/5	0/5	0/5	
65	Caseta de Cloración	24HLST	5/5	1/5	3/5	1/5	5-4-2
		48HLST	0/5	4/5	1/5	1/5	5-1-1
		24HEC	4/5	1/5	1/5	0/5	
		48HEC	1/5	0/5	0/5	0/5	
66	Tanque de Reserva A	24HLST	5/5	4/5	3/5	2/5	5-4-3
		48HLST	0/5	1/5	1/5	1/5	4-5-1
		24HEC	4/5	4/5	1/5	0/5	
		48HEC	0/5	1/5	0/5	0/5	
67	Tanque de Reserva B (Salida de la Planta)	24HLST	5/5	4/5	3/5	2/5	5-4-3
		48HLST	0/5	1/5	1/5	1/5	4-5-1
		24HEC	3/5	3/5	1/5	0/5	
		48HEC	1/5	2/5	0/5	0/5	

FECHA: 6/01/2014							
68	Vivienda Puerto Morona	24H LST	5/5	4/5	3/5	3/5	5-3-4
		48H LST	0/5	1/5	0/5	1/5	
		24H EC	3/5	4/5	0/5	0/5	4-4-0
		48H EC	1/5	0/5	0/5	0/5	
69	Vivienda S. J. de Morona	24H LST	5/5	5/5	4/5	3/5	5-5-3
		48H LST	0/5	0/5	1/5	0/5	
		24H EC	4/5	2/5	2/5	0/5	5-2-2
		48H EC	1/5	0/5	0/5	0/5	
70	Vivienda S. J. de Morona	24H LST	5/5	5/5	3/5	1/5	5-5-2
		48H LST	0/5	0/5	2/5	1/5	
		24H EC	4/5	1/5	1/5	0/5	5-1-1
		48H EC	1/5	0/5	0/5	0/5	
71	Vivienda S. J. de Morona	24H LST	5/5	5/5	4/5	2/5	5-5-3
		48H LST	0/5	0/5	1/5	1/5	
		24H EC	5/5	2/5	2/5	0/5	5-2-2
		48H EC	0/5	0/5	0/5	0/5	
72	Vivienda S. J. de Morona	24H LST	4/5	5/5	2/5	2/5	5-5-2
		48H LST	1/5	0/5	3/5	0/5	
		24H EC	3/5	2/5	3/5	0/5	4-2-3
		48H EC	1/5	0/5	0/5	0/5	
73	Vivienda La Unión	24H LST	5/5	4/5	4/5	2/5	5-5-3
		48H LST	0/5	1/5	1/5	1/5	
		24H EC	4/5	1/5	2/5	0/5	5-1-3
		48H EC	1/5	0/5	1/5	0/5	
74	Vivienda La Unión	24H LST	5/5	3/5	3/5	2/5	5-5-3
		48H LST	0/5	2/5	2/5	1/5	
		24H EC	5/5	0/5	2/5	0/5	5-1-2
		48H EC	0/5	1/5	0/5	0/5	
75	Vivienda La Unión	24H LST	5/5	5/5	4/5	2/5	5-5-2
		48H LST	0/5	0/5	1/5	0/5	
		24H EC	4/5	1/5	1/5	0/5	5-1-1
		48H EC	1/5	0/5	0/5	0/5	



FECHA: 8/01/2014								
70	Vivienda S. J. de Morona	24H LST	3/5	2/5	3/5	3/5	5-4-4	3,5x10 ³
		48H LST	2/5	3/5	1/5	1/5		
		24H EC	3/5	2/5	1/5	0/5	4-3-1	33
		48H EC	1/5	1/5	0/5	0/5		
71	Vivienda S. J. de Morona	24H LST	4/5	4/5	3/5	2/5	5-4-2	2,2x10 ³
		48H LST	1/5	1/5	1/5	0/5		
		24H EC	4/5	4/5	0/5	0/5	4-4-0	34
		48H EC	0/5	0/5	0/5	0/5		
72	Vivienda S. J. de Morona	24H LST	5/5	3/5	3/5	1/5	5-5-2	5,4 x10 ³
		48H LST	0/5	2/5	2/5	1/5		
		24H EC	5/5	1/5	2/5	0/5	5-1-2	63
		48H EC	0/5	0/5	0/5	0/5		
73	Vivienda S. J. de Morona	24H LST	4/5	3/5	3/5	1/5	5-5-1	3,5 x10 ³
		48H LST	1/5	2/5	2/5	1/5		
		24H EC	4/5	4/5	0/5	0/5	4-4-0	34
		48H EC	0/5	0/5	0/5	0/5		
74	Vivienda S. J. de Morona	24H LST	5/5	4/5	3/5	2/5	5-5-2	5,4x10 ³
		48H LST	0/5	1/5	2/5	0/5		
		24H EC	5/5	1/5	1/5	0/5	5-1-1	46
		48H EC	0/5	0/5	0/5	0/5		
75	Vivienda La Unión	24H LST	5/5	4/5	3/5	5/5	5-4-5	4,3x10 ³
		48H LST	0/5	1/5	1/5	0/5		
		24H EC	4/5	1/5	1/5	0/5	4-3-2	39
		48H EC	0/5	2/5	2/5	0/5		
76	Vivienda La Unión	24H LST	4/5	2/5	2/5	2/5	5-5-3	9,2x10 ³
		48H LST	1/5	3/5	3/5	1/5		
		24H EC	4/5	3/5	0/5	0/5	5-3-0	79
		48H EC	1/5	0/5	0/5	0/5		
77	Vivienda La Unión	24H LST	5/5	3/5	3/5	1/5	5-4-4	3,5x10 ³
		48H LST	0/5	2/5	1/5	3/5		
		24H EC	4/5	2/5	0/5	0/5	4-4-0	34
		48H EC	0/5	2/5	0/5	0/5		

FECHA: 8/01/2014								
76	Vivienda S. J. de Morona	24H LST	3/5	2/5	3/5	3/5	5-4-4	3,5x10 ³
		48H LST	2/5	3/5	1/5	1/5		
		24H EC	3/5	2/5	1/5	0/5	4-3-1	33
		48H EC	1/5	1/5	0/5	0/5		
77	Vivienda S. J. de Morona	24H LST	4/5	4/5	3/5	2/5	5-4-2	2,2x10 ³
		48H LST	1/5	1/5	1/5	0/5		
		24H EC	4/5	4/5	0/5	0/5	4-4-0	34
		48H EC	0/5	0/5	0/5	0/5		
78	Vivienda S. J. de Morona	24H LST	5/5	3/5	3/5	1/5	5-5-2	5,4 x10 ³
		48H LST	0/5	2/5	2/5	1/5		
		24H EC	5/5	1/5	2/5	0/5	5-1-2	63
		48H EC	0/5	0/5	0/5	0/5		
79	Vivienda S. J. de Morona	24H LST	4/5	3/5	3/5	1/5	5-5-1	3,5 x10 ³
		48H LST	1/5	2/5	2/5	1/5		
		24H EC	4/5	4/5	0/5	0/5	4-4-0	34
		48H EC	0/5	0/5	0/5	0/5		
80	Vivienda S. J. de Morona	24H LST	5/5	4/5	3/5	2/5	5-5-2	5,4x10 ³
		48H LST	0/5	1/5	2/5	0/5		
		24H EC	5/5	1/5	1/5	0/5	5-1-1	46
		48H EC	0/5	0/5	0/5	0/5		
81	Vivienda La Unión	24H LST	5/5	4/5	3/5	5/5	5-4-5	4,3x10 ³
		48H LST	0/5	1/5	1/5	0/5		
		24H EC	4/5	1/5	1/5	0/5	4-3-2	39
		48H EC	0/5	2/5	2/5	0/5		
82	Vivienda La Unión	24H LST	4/5	2/5	2/5	2/5	5-5-3	9,2x10 ³
		48H LST	1/5	3/5	3/5	1/5		
		24H EC	4/5	3/5	0/5	0/5	5-3-0	79
		48H EC	1/5	0/5	0/5	0/5		
83	Vivienda La Unión	24H LST	5/5	3/5	3/5	1/5	5-4-4	3,5x10 ³
		48H LST	0/5	2/5	1/5	3/5		
		24H EC	4/5	2/5	0/5	0/5	4-4-0	34
		48H EC	0/5	2/5	0/5	0/5		



FECHA: 13/01/2013								
84	Vivienda S. J. de Morona	24H LST	5/5	5/5	2/5	5/5	5-4-5	4,3 x10 ²
		48H LST	0/5	0/5	2/5	0/5		
		24H EC	5/5	1/5	1/5	0/5	5-1-1	46
		48H EC	0/5	0/5	0/5	0/5		
85	Vivienda S. J. de Morona	24H LST	5/5	4/5	3/5	1/5	5-5-2	5,4x10 ²
		48H LST	0/5	1/5	2/5	1/5		
		24H EC	5/5	2/5	0/5	0/5	5-2-0	49
		48H EC	0/5	0/5	0/5	0/5		
86	Vivienda S. J. de Morona	24H LST	5/5	3/5	2/5	1/5	5-4-4	3,5x10 ²
		48H LST	0/5	2/5	2/5	3/5		
		24H EC	4/5	3/5	1/5	0/5	4-4-2	47
		48H EC	0/5	1/5	1/5	0/5		
87	Vivienda S. J. de Morona	24H LST	4/5	3/5	4/5	2/5	5-5-2	5,4 x10 ²
		48H LST	1/5	2/5	1/5	0/5		
		24H EC	4/5	2/5	1/5	0/5	5-2-1	70
		48H EC	1/5	0/5	0/5	0/5		
88	Vivienda S. J. de Morona	24H LST	5/5	4/5	3/5	2/5	5-5-2	5,4 x10 ²
		48H LST	0/5	1/5	2/5	0/5		
		24H EC	4/5	1/5	0/5	0/5	5-2-0	49
		48H EC	0/5	1/5	0/5	0/5		
89	Vivienda La Unión	24H LST	4/5	2/5	3/5	1/5	5-5-2	5,4x10 ²
		48H LST	1/5	3/5	2/5	0/5		
		24H EC	4/5	1/5	1/5	0/5	5-1-1	46
		48H EC	1/5	0/5	0/5	0/5		
90	Vivienda La Unión	24H LST	5/5	3/5	3/5	1/5	5-5-1	3,5x10 ²
		48H LST	0/5	2/5	2/5	0/5		
		24H EC	4/5	4/5	0/5	0/5	4-4-0	34
		48H EC	0/5	0/5	0/5	0/5		
91	Vivienda La Unión	24H LST	5/5	4/5	3/5	3/5	5-4-5	4,3 x10 ²
		48H LST	0/5	1/5	1/5	2/5		
		24H EC	3/5	1/5	0/5	0/5	5-1-1	46
		48H EC	2/5	0/5	1/5	0/5		
92	Vivienda La Unión	24H LST	5/5	4/5	3/5	2/5	5-5-3	9,2x10 ²
		48H LST	0/5	1/5	2/5	1/5		
		24H EC	5/5	2/5	3/5	0/5	5-3-0	79
		48H EC	0/5	1/5	0/5	0/5		

FECHA: 20/01/2014								
MUESTRA	ORIGEN	MEDIO DE CULTIVO	DILUCIONES				CÓDIGO	RESULTADO ((NMP/100ml))
			10	1	-1	-2		
93	Entrada Planta Potabilizadora	24H LST	5/5	3/5	1/5	1/5	5-5-3	9,2 x 10 ³
		48H LST	0/5	2/5	4/5	2/5	5-3-0	79
		24H EC	4/5	2/5	0/5	0/5		
		48H EC	1/5	1/5	0/5	0/5		
94	Salida Filtro de arena	24H LST	5/5	2/5	2/5	3/5	5-2-3	1,2 x 10 ³
		48H LST	0/5	3/5	0/5	0/5	4-4-1	48
		24H EC	2/5	3/5	1/5	0/5		
		48H EC	2/5	1/5	0/5	0/5		

Anexo J. Fotos de resultados negativos y positivos con lauril sulfato y caldo ec.

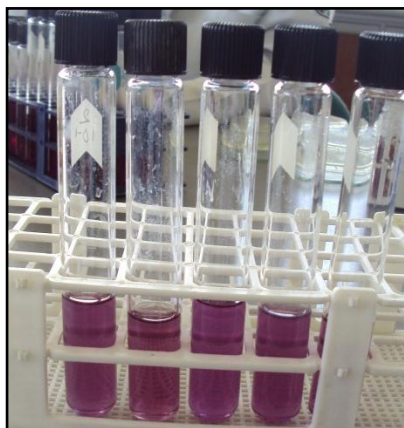


Foto 12. Resultado positivo con Lauril Sulfato

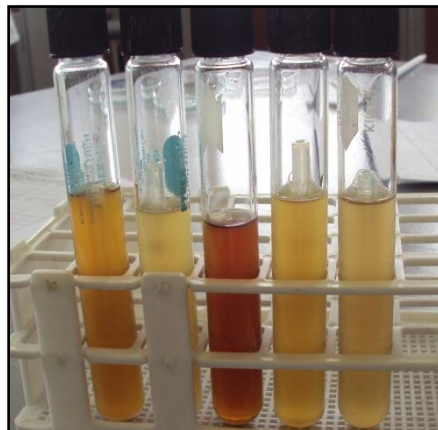


Foto 11. Resultado negativo con Lauril Sulfato



Foto 14. Resultado positivo con caldo EC



Foto 13. Resultado negativo con caldo EC



Anexo K. Historial de resultados de los análisis coproparasitarios en niños de la unidad educativa “real audiencia de quito” de san josé de morona

1° Básica	
N° Muestra	Resultado
1	<i>Q. Giardia lamblia</i> ++
2	<i>Q. E histolytica</i> +, <i>Q. Iodamoeba butschlii</i> +
3	Negativo
4	<i>Q. E histolytica</i> ++
5	Negativo
6	<i>Q. E histolytica</i> +
7	<i>Q. E histolytica</i> +, <i>Q. E coli</i> ++
8	<i>H. Ascaris lumbricoides</i> +, <i>Q. E histolytica</i> +, <i>Q. E coli</i> ++
9	<i>Q. E histolytica</i> +, <i>Q. E coli</i> ++
10	Negativo
11	<i>Q. E coli</i> ++
12	<i>Q. E histolytica</i> ++, <i>Q. E coli</i> ++
13	Negativo
14	<i>Q. Giardia lamblia</i> +, <i>Q. E coli</i> ++
15	<i>H. Ascaris lumbricoides</i> ++, <i>Q. E histolytica</i> +
16	<i>H. Ascaris lumbricoides</i> ++, <i>H. Trichuris trichiura</i> +, <i>Q. E histolytica</i> +

2° Básica	
N° muestra	Resultado
17	<i>H. Ascaris lumbricoides</i> ++
18	<i>Q. E histolytica</i> +, <i>Q. E coli</i> +, <i>Q. Iodamoeba butschlii</i> ++
19	<i>Q. Giardia lamblia</i> + +
20	<i>Q. E coli</i> +
21	Negativo
22	<i>Q. Giardia lamblia</i> +
23	<i>Q. Giardia lamblia</i> ++, <i>Q. E coli</i> +
24	Negativo
25	<i>Q. E coli</i> +, <i>Q. Chilomastix mesnili</i> +
26	Negativo
27	<i>Q. E histolytica</i> ++, <i>Q. E coli</i> +++, <i>Q. Iodamoeba butschlii</i> ++
28	<i>Q. Giardia lamblia</i> ++



29	<i>Q. Chilomastix mesnili</i> +
30	<i>Q. E histolytica</i> +
31	<i>Q. E histolytica</i> +
32	Negativo
33	Negativo
34	<i>Q. E coli</i> +, <i>Q. Iodamoeba butschlii</i> ++
35	<i>Q. Giardia lamblia</i> +

3° Básica	
N° Muestra	Resultado
36	Negativo
37	<i>Q. Endolimax nana</i> ++, <i>Q. E coli</i> +
38	Negativo
39	<i>Q. Iodamoeba butschlii</i> +
40	Negativo
41	Negativo
42	<i>Q. E histolytica</i> ++ <i>Q. E coli</i> ++
43	<i>Q. Iodamoeba butschlii</i> +
44	<i>Q. E histolytica</i> ++, <i>Q. E coli</i> + <i>Q. Iodamoeba butschlii</i> ++
45	<i>Q. Chilomastix mesnili</i> +
46	<i>H. Ascaris lumbricoides</i> +, <i>Q. E histolytica</i> + <i>Q. E coli</i> ++
47	<i>Q. E coli</i> +
48	<i>H. Ascaris lumbricoides</i> +, <i>Q. E coli</i> +
49	<i>H. Ascaris lumbricoides</i> ++, <i>Q. E histolytica</i> ++ <i>Q. E coli</i> +
50	<i>H. Ascaris lumbricoides</i> +, <i>Q. E coli</i> +



4° Básica	
N° Muestra	Resultado
51	Negativo
52	<i>Q. E histolytica</i> +, <i>Q. E coli</i> ++, <i>Q. Iodamoeba butschlii</i> +
53	Negativo
54	<i>Q. E histolytica</i> ++
55	<i>H. Hymenolepis nana</i> ++, <i>Q. E histolytica</i> ++
56	<i>H. Hymenolepis nana</i> +, <i>Q. E coli</i> ++
57	<i>Q. E histolytica</i> +, <i>Q. E coli</i> +++, <i>Q. Iodamoeba butschlii</i> +
58	Negativo
59	<i>Q. E coli</i> ++
60	<i>H. Ascaris lumbricoides</i> +, <i>Q. E coli</i> ++
61	Negativo
62	<i>Q. Entamoeba histolytica</i> +, <i>Q. Chilomastix mesnili</i> +
63	<i>Q. Entamoeba histolytica</i> +, <i>Q. E. coli</i> +
64	<i>Q. E histolytica</i> ++, <i>Q. E coli</i> ++

5° Básica	
N° Muestra	Resultado
65	<i>Q. E histolytica</i> ++, <i>Q. Chilomastix mesnili</i> ++
66	<i>Q. Giardia lamblia</i> ++, <i>Q. E coli</i> +
67	Negativo
68	<i>Q. E coli</i> +
69	Negativo
70	Negativo
71	<i>Q. E histolytica</i> +
72	Negativo
73	<i>Q. E coli</i> +
74	<i>H. Ascaris lumbricoides</i> +, <i>Q. E histolytica</i> +
75	<i>Q. E coli</i> ++, <i>Q. Iodamoeba butschlii</i> +
76	<i>Q. E coli</i> +
77	<i>H. Ascaris lumbricoides</i> ++, <i>Q. E coli</i> ++
78	<i>H. Ascaris lumbricoides</i> ++, <i>H. Trichuris trichiura</i> ++ <i>Q. E histolytica</i> ++
79	<i>Q. E coli</i> +, <i>Q. Iodamoeba butschlii</i> +



6° Básica	
N° Muestra	Resultado
80	<i>H. Ascaris lumbricoides</i> +, <i>Q. E coli</i> +
81	<i>Q. E coli</i> +
82	<i>Q. E coli</i> +
83	Negativo
84	<i>Q. Chilomastix mesnili</i> +
85	<i>Q. E histolytica</i> +
86	<i>Q. E coli</i> +, <i>Q. Iodamoeba butschlii</i> +
87	Negativo
88	Negativo
89	<i>Q. Iodamoeba butschlii</i> +
90	<i>Q. E histolytica</i> ++, <i>Q. E coli</i> ++
91	<i>Q. E coli</i> ++
92	Negativo
93	<i>H. Ascaris lumbricoides</i> ++, <i>H. Trichuris trichiura</i> + <i>Q. E histolytica</i> ++

7° Básica	
N° Muestra	Resultado
94	Negativo
95	<i>Q. E coli</i> +
96	<i>Q. Chilomastix mesnili</i> ++, <i>Q. Iodamoeba butschlii</i> +
97	<i>Q. Endolimax nana</i> ++, <i>Q. E coli</i> ++
98	Negativo
99	Negativo
100	<i>Q. E histolytica</i> +, <i>Q. E coli</i> +
101	Negativo
102	<i>Q. E histolytica</i> +, <i>Q. E coli</i> ++ <i>Q. Iodamoeba butschlii</i> +
103	<i>Q. E. histolytica</i> +
104	<i>Q. Giardia lamblia</i> ++
105	<i>Q. Chilomastix mesnili</i> ++, <i>Q. Iodamoeba butschlii</i> +

Anexo L. Fotos de los principales parásitos encontrados en niños de la unidad educativa “real audiencia de quito”. Fuente: las autoras

Protozoos



Foto 15: Quiste de *Iodamoeba butschlii*.

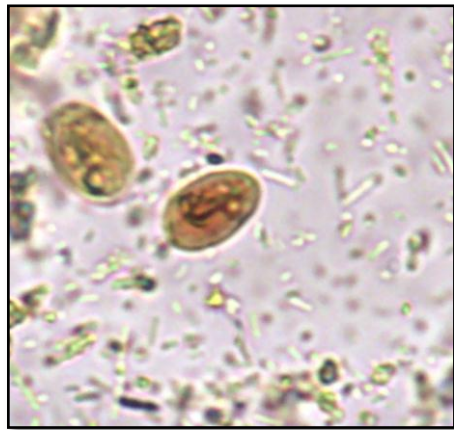


Foto 16: quiste de *giardia lamblia*.



Foto 18: Quiste de *Entamoeba coli*.



Foto 17: Quiste de *Entamoeba histolytica*

Helmintos

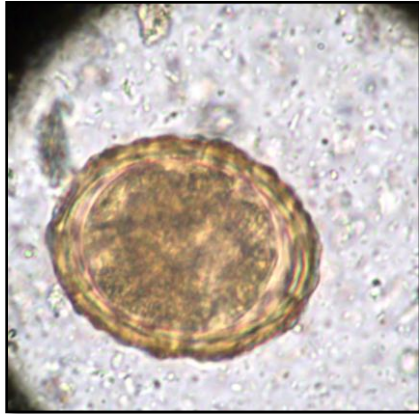


Foto 20: Huevo de Trichuris Trichiura.



Foto 19: Huevo de Trichuris Trichiura.

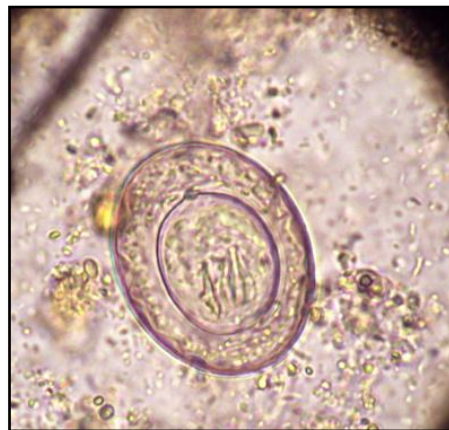


Foto 21: huevo de hymenolepis nana.



Anexo M. Informe de acciones llevadas a cabo por el personal médico del centro de salud de san José de morona después de conocer los resultados coproparasitarios.



**AREA N.- 5 MENDEZ
C.S.R SAN JOSE DE MORONA**

San José de Morona 09 de Junio de 2014

INFORME

El suscrito Dr. JOSÉ ANTONIO PILLAJO MILA, DIRECTOR DEL S.C.S RURAL SAN JOSÉ DE MORONA, informa que después de recibir los resultados coproparasitarios realizados por las señoritas Elvia Marlene Chin Uzhca y Mónica Catalina Fárez como parte de sus tesis, se procedió a la desparasitación de los niños de Unidad Educativa Real Audiencia de Quito, además se adelantó la campaña de desparasitación a la población en general programada para el mes de Junio al mes de Abril del presente año.

También se realizó una charla educativa dirigida para niños y padres de familia de la Unidad Educativa sobre hábitos de higiene, causas y consecuencias de las parasitosis. Se pretende continuar con campañas de desparasitación y educación a toda la población con mayor frecuencia.

Atte,


Dr. José Antonio Pillajo
DIRECTOR DEL S.C.S SAN JOSE DE MORONA

